

MARTA COUTINHO CANDEIAS VIEGAS AZINHAIS

**LASERTERAPIA DE ALTA INTENSIDADE NO
TRATAMENTO DE TENDÕES E LIGAMENTOS DA
EXTREMIDADE DISTAL DO MEMBRO EM EQUINOS:
Aplicação a quatro casos clínicos**

Orientadora: Prof. Doutora Joana Simões

Co-orientadora: Prof. Dr.^a Mafalda Vaz Pinto

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2022

MARTA COUTINHO CANDEIAS VIEGAS AZINHAIS

**LASERTERAPIA DE ALTA INTENSIDADE NO
TRATAMENTO DE TENDÕES E LIGAMENTOS DA
EXTREMIDADE DISTAL DO MEMBRO EM EQUINOS:
Aplicação a quatro casos clínicos**

Dissertação defendida em provas públicas para obtenção do Grau de Mestre no curso de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, no dia 4 de fevereiro de 2022, perante o júri, nomeado pelo Despacho Reitoral N° 12/2022 de 24 de janeiro de 2022, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutora Margarida Alves

Arguente: Prof. Doutora Clarisse Coelho

Orientador: Prof. Doutora Joana Simões

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2022

**“Some horses will test you,
Some will teach you,
And some will bring out the best in you”.
– Theodore Roosevelt**

Aos meus pais e aos cavalos: os
verdadeiros responsáveis pela realização
deste sonho.

Agradecimentos

Este é o fim de uma das etapas mais importantes da minha vida e representa a realização de um grande sonho. Por isso, na reta final destes 6 anos, quero agradecer:

À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Aos docentes, aos funcionários e à incansável diretora do nosso curso: Professora Doutora Laurentina Pedroso. Por toda a vossa dedicação em formar os próximos.

À minha orientadora, Prof. Doutora Joana Simões, pela sua orientação na realização desta dissertação. Por toda a dedicação, por todos os conhecimentos transmitidos, e pela vontade em levar este trabalho ao seu merecido potencial.

À minha co-orientadora, Prof. Dr.^a Mafalda Vaz Pinto, um obrigada sem tamanho. Por ser muito mais do que uma professora. Por toda a sua dedicação, confiança e amizade. Por ser, para mim, uma referência na nossa classe profissional. Que possa continuar a aprender consigo e a estar à altura dos desafios que me propõe.

A toda a equipa da Equimuralha, por me terem recebido neste estágio curricular. Ao meu orientador externo, Dr. Tomé Fino, não só por aceitar orientar este estágio, como por tudo o que o torna um veterinário excecional com quem tive a sorte de aprender muito. À Dr.^a Liliane Damásio, à Dr.^a Ana Galhós, ao Dr. João Oliveira e ao Tiago Parreira, obrigada por todos os ensinamentos e bons momentos partilhados. À Raquel Arroja, por ter sido a melhor colega de estágio, que se tornou numa amiga. À Marta Tobar, pelos “tragam comida que isto é à sério!” e tudo o que a torna fundamental à equipa.

Aos meus pais, por serem os melhores do mundo e os meus maiores fãs. É a vocês que devo tudo o que sou. Obrigada por acreditarem em mim e por me darem a possibilidade de realizar este sonho. Que possa sempre orgulhar-vos, a cada dia que passa, em cada nova conquista.

Aos meus avós, por serem os meus parceiros de aventuras desde pequena, sem nunca deixarem de ser os meus segundos pais: à avó Cidália, ao avô Candeias e à avó Mila. Não há forma de agradecer o amor dos avós, e não há forma mais bonita de crescer do que ao seu lado! Ao avô Azinhais e ao tio João que, hoje, estariam muito orgulhosos de mim.

Ao Vasco, por ser uma das melhores surpresas que apareceu na minha vida. Por nunca duvidar de mim, por me encorajar e puxar por mim em todos os momentos que sabe serem fundamentais no decorrer do meu percurso. Por me ter ouvido tantas e tantas vezes, mesmo quando não fazia ideia daquilo que eu estava a dizer. Por ser o meu maior companheiro.

À Bárbara, à Beatriz, à Jéssica e à Joana. Por tudo aquilo que só nós sabemos e que é quase inexplicável. Não há palavras para vocês, que valem milhões. Obrigada por tornarem estes 5 anos inesquecíveis. Levo-vos comigo para a vida, Pinçar a Semente.

À Catarina, por ser a minha grande companheira de jornada no mundo da veterinária de equinos. Por começarmos juntas. Que este seja apenas o início de uma longa amizade, e que continuemos unidas a fazer o que mais gostamos. Obrigada por todas as nossas aventuras.

À Carol e à Minês, pelos dias rodeadas por cavalos, que culminaram numa amizade para toda a vida. São um dos maiores tesouros que o mundo equestre me deu. Adoro-vos.

À Meggie, por ser uma das amigas mais importantes da minha vida. Por tantos momentos e aventuras que nunca irei esquecer, quase invariavelmente, com cavalos à nossa volta.

Ao League, por ser o melhor grupo de amigos que o acaso formou. Estarei eternamente agradecida pela garraizada, numa tarde de verão, que fez os nossos caminhos cruzarem-se.

Aos meus amigos dos cavalos, que ao longo dos anos foram entrando na minha vida e que, independentemente de onde estão agora, nunca serão esquecidos. Obrigada por me acompanharem naquilo que considero uma das partes mais importantes do meu percurso. Aos meus restantes amigos, obrigada por serem quem são e por me fazerem crescer. Por todas as memórias que trago comigo e me aquecem o coração.

Aos meus colegas de equinos Jorge, Alej e Catarina. Desejo que sejam a melhor versão daquilo que tanto sonham, e que eu possa acompanhar todas as vossas conquistas.

Às minhas colegas de casa em Évora. Vocês ocuparam um lugarzinho no meu coração.

Ao Externato da Luz e a todas as pessoas que dele fizeram parte, a quem estarei para sempre agradecida. No final, todas as peças se encaixam: segui o sonho da Medicina Veterinária, passados tantos anos num colégio que tem como padroeiro São Francisco de Assis – o protetor dos animais. O 4 de Outubro terá, para sempre, um duplo significado na minha vida.

À Bonnie e à Mia, as minhas companheiras de estudo felinas durante 5 longos anos.

Aos cavaleiros que até hoje me receberam em suas casas, obrigada pela vossa disponibilidade e por me permitirem aprender com os vossos cavalos.

Por fim, aos cavalos. Por representarem a dose de loucura que me corre nas veias e que, por mais dias bons ou maus, nunca me fez parar. Pelos finais de dia com as botas sujas e os olhos a brilhar.

Resumo

Enquanto atleta, o cavalo está altamente predisposto a lesões de estruturas ligamentosas e tendinosas localizadas na porção distal dos membros. O aumento do conhecimento científico sobre lesões locomotoras apela, cada vez mais, a tratamentos que preservem e otimizem o futuro da carreira desportiva do cavalo. É nesta perspetiva que se verifica uma crescente preferência por soluções pouco invasivas – onde se integra a laserterapia de alta intensidade.

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver o tema da laserterapia no tratamento de lesões de tendões e ligamentos em equinos. Assim, segue-se uma revisão bibliográfica sobre o tema e a apresentação e discussão de quatro casos clínicos, onde foi utilizado um LASER de classe IV para o tratamento de duas lesões do tendão flexor digital superficial e cinco lesões do ligamento suspensor do boleto.

De forma geral, todos os casos demonstraram uma resposta positiva ao tratamento implementado, no qual se incluiu a laserterapia, sendo a resposta ao mesmo avaliada através de três parâmetros principais: dor, claudicação e imagem ecográfica. Durante os vários períodos de avaliação (T1, T2, T3 e T4), verificou-se um decréscimo da dor e da claudicação em todos os casos clínicos. Contudo, ecograficamente não se observaram alterações consideráveis em três lesões de um total de sete incluídas neste trabalho.

Palavras-chave: laserterapia de alta-intensidade, ligamento suspensor do boleto, tendão flexor digital superficial, dor, claudicação, ecografia.

Abstract

As an athlete, the horse is highly predisposed to injuries of ligamentous and tendon structures located in the distal portion of the limbs. The increase in scientific knowledge about locomotor injuries calls for treatments that preserve and optimize the future of the sport horse's career. It is in this perspective that there's an increasingly preference for low invasive solutions – where high-intensity laser therapy is included.

The present work aimed to develop the theme of laser therapy in the treatment of tendon and ligament injuries in horses. Thus, it follows a bibliographical review on the theme and the presentation and discussion of four clinical cases, where a class IV laser was used for the treatment of two superficial digital flexor tendon and five suspensory ligament injuries.

In general, all cases showed a positive response to the implemented treatment, including laser therapy, which was evaluated by three main parameters: pain, lameness and ultrasound. During the four evaluation periods (T1, T2, T3 and T4), there was a decrease in pain and lameness in all clinical cases, while ultrasound showed no changes in three cases out of seven included in this report.

Keywords: high-intensity laser therapy, suspensory ligament, superficial digital flexor tendon, pain, lameness, ultrasonography.

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

AINEs – Anti-inflamatórios não esteróides

APS – Solução de proteína autóloga, do inglês “autologous protein solution”

ATP – Adenosina trifosfato, do inglês “adenosine triphosphate”

CCO – Citocroma C oxidase

COX-2 – Ciclooxygenase-2

CSA – Área em corte transversal, do inglês “cross-sectional area”

HILT – Laserterapia de alta-intensidade, do inglês “high-intensity laser therapy”

IL-1 – Interleuquina 1

IL-6 – Interleuquina 6

J – Joule

LASER – Amplificação de luz por emissão estimulada de radiação, do inglês “*light amplification by stimulated emission of radiation*”

LLLT – Laserterapia de baixa intensidade, do inglês “low-level laser therapy”

LSB – Ligamento suspensor do boleto

MA – Membro anterior

MAD – Membro anterior direito

MAE – Membro anterior esquerdo

MEC – Matriz extracelular

MMP – Metaloproteinases, do inglês “matrix metalloproteinases”

MP – Membro posterior

MTC III – Terceiro metacarpo

MTT III – Terceiro metatarso

mW - Miliwatt

nm – Nanómetro

NO – Óxido nítrico, do inglês “nitric oxide”

PBMT – Fotobiomodulação, do inglês “photobiomodulation”

PSL – Puro-Sangue Lusitano

RM – Ressonância magnética

ROS – Espécies reativas de oxigénio, do inglês “reactive oxygen species”

TC – Tomografia computadorizada

TFDS – Tendão flexor digital superficial

TIMP – Inibidor da metaloproteinase, do inglês “tissue inhibitors of metalloproteinases”

TNF – Fator de necrose tumoral

W – Watt

λ – *Lambda*, do grego “λάμδα”

Índice

Índice de tabelas	8
Índice de figuras	9
Índice de gráficos	10
Casuística de estágio	11
I – REVISÃO DE LITERATURA	15
1. Introdução	15
2. Revisão bibliográfica	16
2.1. Características estruturais dos tendões e ligamentos	16
2.1.1. Anatomia do tendão flexor digital superficial	18
2.1.2. Anatomia do ligamento suspensor do boleto	18
2.2. Patofisiologia das lesões de tendões e ligamentos	19
2.3. Diagnóstico de lesões de tendões e ligamentos	21
2.3.1.1. História clínica, exame estático e exame dinâmico	21
2.3.1.2. Ecografia	22
2.3.1.2.1. Diagnóstico por ecografia da lesão do tendão flexor digital superficial	24
2.3.1.2.2. Diagnóstico por ecografia da lesão do ligamento suspensor do boleto	25
2.3.1.3. Outras técnicas imagiológicas	26
2.4. Tratamentos para lesões de tendões e ligamentos	26
2.5. Laserterapia no tratamento de lesões de tendões e ligamentos	27
2.5.1. Princípios básicos para a utilização de um LASER terapêutico	28
2.5.1.1. Unidades básicas e princípios conhecidos	29
2.5.1.2. Modos de emissão e técnicas de aplicação	31
2.5.1.3. Princípios de segurança e contra-indicações	33
2.5.2. Mecanismo de ação da laserterapia	33
2.5.2.1. Modulação da inflamação	35
2.5.2.2. Analgesia	36
2.5.2.3. Cicatrização	37
2.5.3. Laserterapia de alta-intensidade	38

2.5.3.1. HILT na medicina desportiva de equinos	39
2.5.3.2. Multiwave-Locked System® (MLS): LASER Mphi 25 W MLS.....	40
II – DESCRIÇÃO DE CASOS CLÍNICOS	42
1. Objetivo.....	42
2. Materiais e métodos.....	42
3. Casos clínicos	46
3.1. Caso clínico 1.....	46
3.2. Caso clínico 2.....	50
3.3. Caso clínico 3.....	55
3.4. Caso clínico 4.....	62
3.5. Comparação da evolução dos casos clínicos	66
4. Discussão.....	68
5. Conclusão	76
6. Perspetivas Futuras.....	77
Bibliografia	78
APÊNDICES	I
Apêndice I – Doses HILT para ligamentos e tendões de equinos.....	II
Tabela I: Resumo de doses de HILT publicadas em artigos científicos para o tratamento de lesões de tendões e ligamentos em equinos.	II
Apêndice II – Ficha individual de registo de casos	III
ANEXOS	VI
Anexo I – Classificação das regiões anatómicas à ecografia	VII
Anexo II – Classificação dos lasers segundo a fonte	VIII
Anexo III - Classificação de perigo dos lasers	IX
Anexo IV – Doses e sessões de laserterapia para equinos.....	X
Anexo V – Frequências apropriadas a cada tecido	XI

Índice de tabelas

Tabela 1: Conjunto de tratamentos propostos para tendões e ligamentos.	27
Tabela 2: Escala de classificação da dor associada ao sistema locomotor.	43
Tabela 3: Escala de classificação de claudicação.	44
Tabela 4: Escala de avaliação ecográfica de tendões e ligamentos.	45
Tabela 5: Protocolo de laserterapia de 16 sessões.	47
Tabela 6: Plano de reabilitação implementado após a laserterapia.	48
Tabela 7: Protocolo de laserterapia de 8 sessões.	52
Tabela 8: Protocolo de laserterapia de 16 sessões.	57
Tabela 9: Plano de reabilitação implementado após a laserterapia.	58
Tabela 10: Protocolo de laserterapia de 8 sessões.	63
Tabela 11: Plano de reabilitação implementado após a laserterapia.	64

Índice de figuras

Figura 1: Fotografias do período de estágio.....	13
Figura 2: Fotografias do período de estágio.....	14
Figura 3: Anatomia do LSB e do TFDS.	17
Figura 4: Os componentes de um LASER.	28
Figura 5: Fórmula para o cálculo de doses de laserterapia.	30
Figura 6: Principais modos de emissão de um LASER terapêutico.	31
Figura 7: Mecanismo de ação da laserterapia no organismo.....	34
Figura 8: Sessões de laserterapia.....	42
Figura 9: Evolução da desmíte do LSB do MAD do caso clínico 1, desde a bifurcação do corpo até ao ramo lateral inclusive.....	49
Figura 10: Tendinite moderada do TFDS do MAE e efusão do canal do carpo.....	51
Figura 11: Evolução da tendinite moderada do TFDS desde a transição musculotendínea, prolongando-se até ao terço médio da canela do MAE do caso clínico 2.....	53
Figura 12: Evolução da tendinite moderada do TFDS desde a transição musculotendínea, prolongando-se até ao terço médio da canela do MAE do caso clínico 2.....	53
Figura 13: Desmíte bilateral dos ramos laterais do LSB do caso clínico 2.....	54
Figura 14: Evolução da desmíte do ramo lateral do LSB do MAE do caso clínico 2.....	54
Figura 15: Evolução da desmíte do ramo lateral do LSB do MAD do caso clínico 2.	55
Figura 16: Ferida que ocorreu no <i>paddock</i>	57
Figura 17: Evolução da tendinite ligeira do TFDS do caso clínico 3, localizada no bordo palmar e terço distal do TFDS no MAE.....	60
Figura 18: Evolução da desmíte moderada do lobo medial da origem do LSB do MAE do caso clínico 3.....	61
Figura 19: Evolução da desmíte ligeira do ramo medial do MAE do caso clínico 4.....	65

Índice de gráficos

Gráfico 1: Casuística total do estágio curricular na Equimuralha, dividida por área clínica..	12
Gráfico 2: Casuística das urgências acompanhadas no estágio curricular na Equimuralha, dividida pela tipologia de casos.....	12
Gráfico 3: Registo da evolução do grau de dor antes (T1), a meio (T2), depois (T3) e um mês após o fim (T4) do tratamento com laserterapia.....	66
Gráfico 4: Registo da evolução do grau de claudicação antes (T1), a meio (T2), depois (T3) e um mês após o fim (T4) do tratamento com laserterapia.....	66
Gráfico 5: Registo da evolução do grau de ecografia antes (T1), a meio (T2), depois (T3) e um mês após o fim (T4) do tratamento com laserterapia.....	67

Casuística de estágio

O estágio curricular realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária e que deu origem ao presente trabalho realizou-se na Equimuralha – Medicina Veterinária Equina, em Évora. O mesmo decorreu entre Outubro de 2020 e Março de 2021, perfazendo um total de 6 meses, sob orientação do Dr. Tomé Fino e com a colaboração dos restantes médicos veterinários da equipa: Dr.^a Liliane Damásio, Dr.^a Ana Galhós e Dr. João Oliveira.

Durante o estágio, a autora acompanhou os quatro médicos veterinários da equipa na sua prática clínica ambulatoria, tendo a oportunidade de acompanhar uma grande variedade de casos clínicos e observar diferentes abordagens diagnósticas e terapêuticas. Neste contexto, foi também possível auxiliar e realizar procedimentos veterinários. Ao longo de seis meses, foram acompanhados um total de 203 casos clínicos, dos quais 33 constituíram urgências, de várias especialidades da medicina equina (Gráficos 1 e 2).

Dado o elevado número de casos de ortopedia, os quais representam uma grande parte da casuística da Equimuralha, a autora teve a oportunidade de acompanhar casos da área ortopédica que envolviam desde cavalos de lazer a cavalos de alta competição. Assim, foi possível participar em exames locomotores e técnicas de diagnóstico – como flexões, bloqueios anestésicos, ecografia e radiografia; e auxiliar em várias modalidades de tratamento – como artrocenteses com corticosteróides, *Pro-Stride™ Autologous Protein Solution* (APS), entre outros; mesoterapia; laserterapia de alta-intensidade e ondas de choque. O acompanhamento contínuo dos casos contribuiu para a consolidação de conhecimentos sobre cada patologia locomotora, das quais se destacam: a osteoartrite, a osteocondrose, a tendinite, a desmíte, o abcesso de casco e a patologia do aparelho podotrocLEAR.

Por outro lado, foi observada com bastante frequência a área de odontologia equina, realizada um pouco por toda a equipa veterinária, e de extrema importância para a manutenção da saúde e bem-estar dos equinos. Neste campo importa destacar a correção de rampas, ganchos e pontas dentárias, a extração do primeiro pré-molar e de retenções de dentes decíduos, a correção de desequilíbrios das arcadas dentárias e a remoção de tártaro.

A autora participou em várias cirurgias a campo, como castrações, excisão de melanomas e de um carcinoma de células escamosas, bem como a remoção de um fragmento ósseo na região da barra na mandíbula. Algumas fotografias dos casos descritos até agora podem ser observadas na Figura 1.

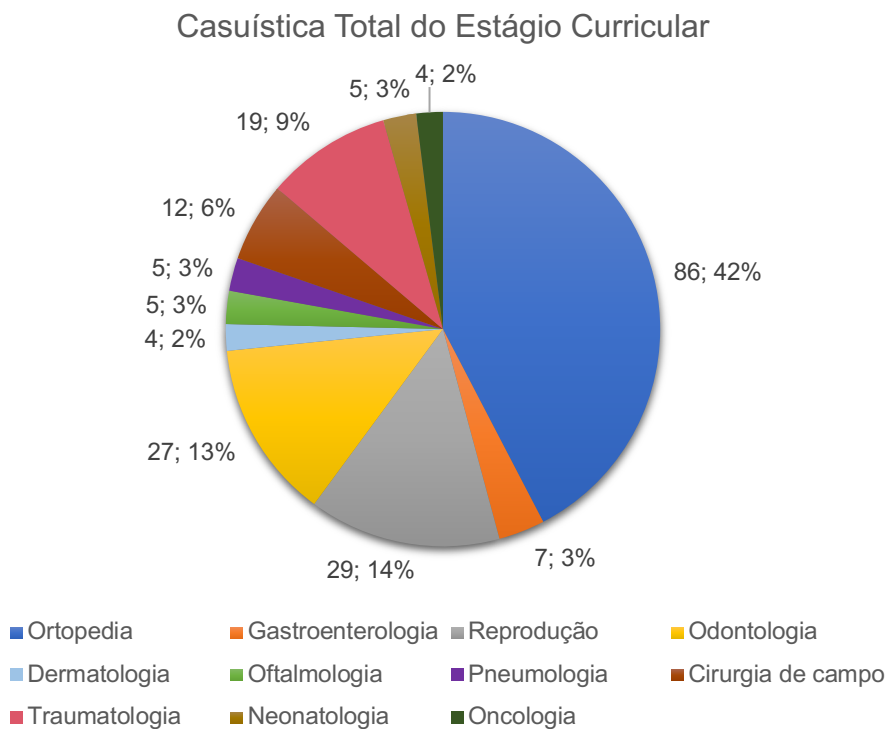


Gráfico 1: Casuística total do estágio curricular na Equimuralha, dividida por área clínica.

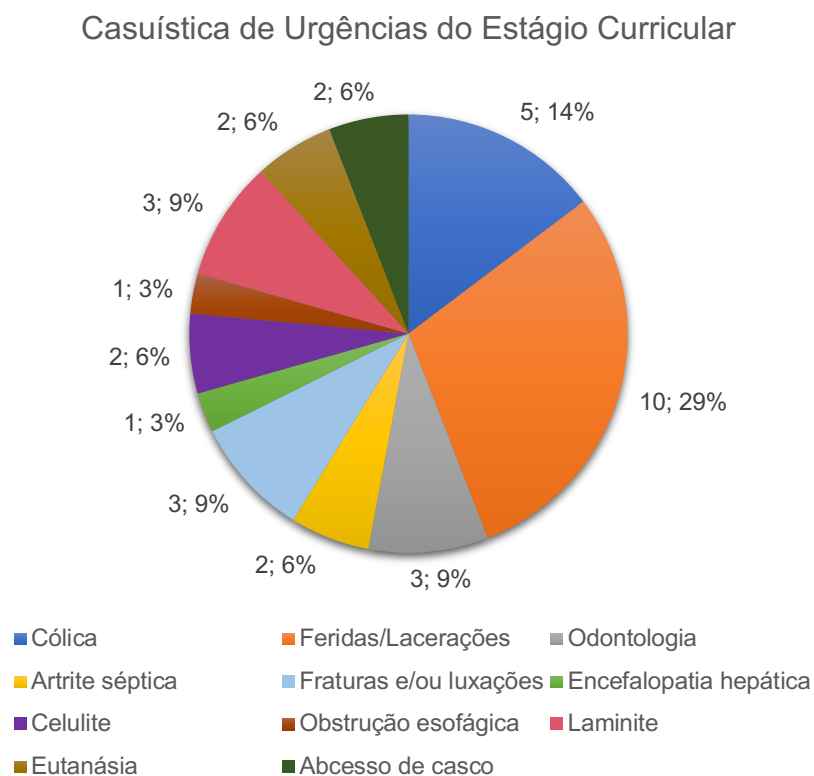


Gráfico 2: Casuística das urgências acompanhadas no estágio curricular na Equimuralha, dividida pela tipologia de casos.

Foram observados vários casos de traumatologia, maioritariamente no contexto de consultas de urgência. Destaca-se a abordagem a lacerações e feridas, onde a autora teve oportunidade de participar na sua limpeza e desinfeção e, quando necessário, na sutura ou colocação de penso. Por outro lado, ainda que menos frequente, observaram-se fraturas, luxações, e dois casos de artrite séptica com origem em traumas. Para além disso, ocorreu ainda uma fratura pélvica que terminou posteriormente com a eutanásia do equino.

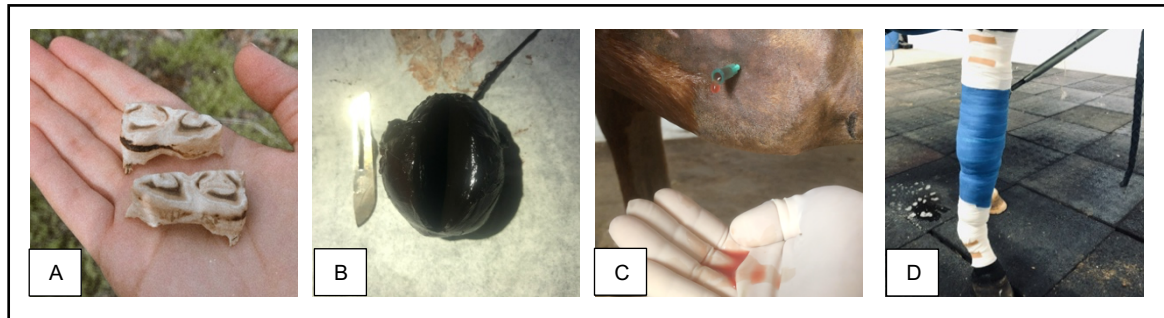


Figura 1: Fotografias do período de estágio. A) Quatro pré-molares decíduos retidos e removidos durante uma dentisteria. B) Um melanoma de localização intramuscular extirpado em cirurgia a campo. C) Avaliação de líquido articular inflamatório e serossanguinolento durante uma artrocentese de tratamento do boleto. D) Penso protetor no membro anterior direito após lavagem articular por existência de uma artrite séptica na região do carpo.

Na área de gastroenterologia destaca-se a assistência a cólicas, nomeadamente espasmódicas ou por impactação do intestino grosso, entre outras – tendo sido este último encaminhado para um hospital de referência. Um dos casos de cólica, resultou numa laminite bilateral dos membros anteriores, tendo sido acompanhado o processo de estabilização da patologia e posterior ferração ortopédica. Observou-se uma obstrução esofágica, alguns casos suspeitos e posteriormente confirmados de ulceração gástrica e, ainda, uma encefalopatia hepática grave que culminou em eutanásia.

Na área da reprodução, foi possível acompanhar e auxiliar no controlo do ciclo reprodutivo; na execução de diagnósticos de gestação; na colheita de sémen e posterior refrigeração ou congelação do mesmo; na inseminação artificial com sémen refrigerado ou congelado; e no tratamento de retenções placentárias e de endometrites. Ainda que em menor quantidade, a autora observou alguns casos de neonatologia, onde se destacou um caso de contratura de carpo – uma patologia frequente em poldros. Podem observar-se outros momentos do período de estágio na Figura 2.

Observaram-se, na área de pneumologia, alguns casos sugestivos de pneumonia com etiologia bacteriana e dois casos de síndrome de asma equina. Neste contexto, foi ainda possível participar em exames radiográficos e ecográficos de tórax.

A autora acompanhou, ainda, alguma casuística oftalmológica, destacando-se duas ulcerações de córnea e dois casos de uveíte recorrente equina.

O acompanhamento de urgências contemplou um vasto leque de casos, como apresentado previamente no Gráfico 2. Ainda assim, as consultas de urgência tiveram como ocorrências mais frequentes as cólicas e as lacerações ou feridas. Em menor número, mas também frequentes, estiveram as urgências de casos de fraturas e/ou luxações, de laminites e do foro odontológico.

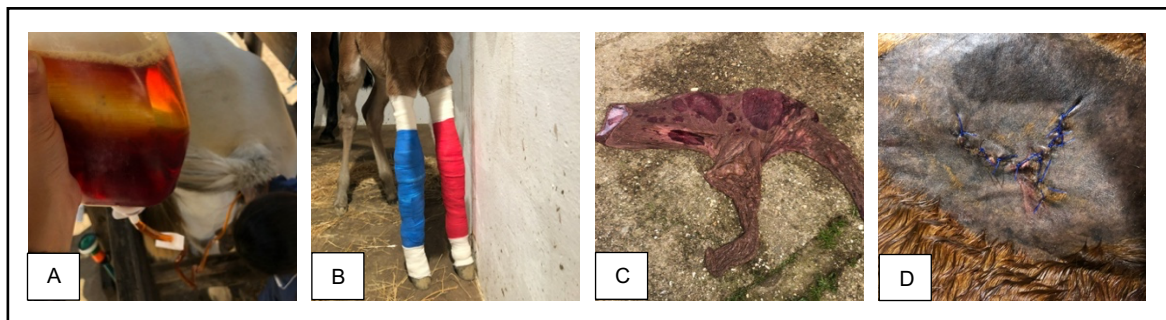


Figura 2: Fotografias do período de estágio. A) Lavagem uterina na resolução de um caso de endometrite. B) Colocação de pensos compressivos no tratamento de uma contratura de carpo num poldro. C) Placenta disposta no chão para confirmar a sua total integridade num caso de retenção placentária. D) Sutura realizada para resolução de uma laceração profunda no pescoço.

Alguns dos casos abordados requeriam cuidados diários nas instalações da Equimuralha, pelo que parte do estágio incluiu a monitorização e o auxílio no tratamento destes equinos. Assim, a autora teve oportunidade de realizar procedimentos como, por exemplo, medicações, limpeza e desinfeção de feridas, colocação de pensos, colheitas de sangue e auxílio em exames imagiológicos.

Os estagiários eram também responsáveis pelo telefone das urgências durante todo o estágio, fazendo o atendimento das chamadas e acompanhando o médico veterinário de urgência. Para além disto, os estagiários tinham o dever de controlar e repor, sempre que necessário, o material veterinário das carrinhas de serviço ambulatório.

Todas as segundas-feiras de manhã, antes de iniciar a semana de trabalho, a equipa veterinária reunia-se com os estagiários para uma passagem de casos da semana anterior. Sensivelmente uma vez por mês e de acordo com a disponibilidade e coordenação da equipa veterinária, era também realizado um *Journal Club*. Durante o período de estágio e no âmbito do tema deste trabalho, a autora teve, também, oportunidade de apresentar um *Journal Club* relativo a um recente estudo sobre laserterapia de alta-intensidade em equinos.

I – REVISÃO DE LITERATURA

1. Introdução

O aparelho músculo-esquelético é um dos mais afetados na diminuição da capacidade desportiva dos cavalos. A incidência de lesões em tendões e ligamentos por estiramento é considerada a lesão ortopédica mais frequente em atletas, sejam eles equinos ou humanos (Birch, Sinclair & Goodship, 2014).

Na sua generalidade, as lesões tendinosas estão associadas a longos processos de reabilitação, sendo a recidiva das mesmas uma ocorrência comum e que afeta negativamente a capacidade desportiva dos cavalos (Dyson, 2004; Lin, Cardenas & Soslowsky, 2004; Dahlgren, 2007). Apesar de existirem vários tratamentos convencionais, médicos e cirúrgicos, propostos para auxiliar a resolução destas lesões, os mesmos apresentam resultados variáveis, justificando a procura contínua por novas soluções (Pluim et al., 2018; Kümmerle, Theiss & Smith, 2019). Nos últimos anos desenvolveram-se, cada vez mais, novas modalidades de tratamento que ambicionam melhorar o tempo e a qualidade da reparação dos tecidos (Zielińska, Nicpoń & Kielbowicz, 2020).

A laserterapia de alta-intensidade (HILT, do inglês “high-intensity laser therapy”) é utilizada para o tratamento de lesões tendinosas, por controlar a inflamação, reduzir a dor e promover a reparação dos tecidos (Monici, Gnerucci & Falconi, 2018). Esta modalidade de tratamento foi recentemente introduzida na reabilitação de equinos e desperta cada vez mais interesse (Quiney, Murray & Dyson, 2020). Contudo, existem poucos registos científicos, nesta espécie, que suportem o seu efeito (Zielińska et al., 2020).

O tema que dá origem a este trabalho, nasce da necessidade crescente de descrever os efeitos da HILT na medicina de equinos, nomeadamente na área da reabilitação, a qual desempenha um papel fundamental na gestão da carreira desportiva do cavalo. Assim, o presente trabalho pretende descrever os resultados de um tratamento, no qual foi utilizado um LASER de classe IV (ASALASER Mphi 25 W MLS®), aplicado a quatro casos clínicos, que contemplam lesões do ligamento suspensor do boleto (LSB) e do tendão flexor digital superficial (TFDS) nos membros anteriores de equinos. O controlo da evolução dos casos foi realizado através do registo de três parâmetros – grau de dor, grau de claudicação e imagem ultrassonográfica – avaliados antes, a meio e depois do tratamento com laserterapia.

Assim, segue-se uma revisão bibliográfica sobre a anatomia e o diagnóstico de lesões destas estruturas nos membros anteriores, bem como sobre os conceitos fundamentais da laserterapia. De seguida, são relatados e discutidos os quatro casos clínicos deste trabalho.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Características estruturais dos tendões e ligamentos

Os tendões e ligamentos são estruturas conectoras do sistema músculo-esquelético, sendo os tendões responsáveis por ligar músculo a osso e os ligamentos por ligar osso a osso (Rumian, Wallace & Birch, 2007). Assim, os tendões transmitem forças geradas pela contração dos músculos para o esqueleto, promovendo o suporte do mesmo e aumentando a eficiência da locomoção, enquanto os ligamentos alinham e estabilizam ossos adjacentes, resistindo a trações entre as inserções ósseas que unem (Dahlgren, 2007; Smith, 2010).

No que respeita às propriedades biomecânicas, ultra-estruturais e de composição da matriz extracelular (MEC), sabe-se que ambas as estruturas são semelhantes e que há uma sobreposição das suas propriedades (Rumian et al., 2007).

Os tendões e ligamentos são compostos por uma grande quantidade de MEC, na qual se encontram fibroblastos – as células responsáveis por sintetizar e degradar os componentes da matriz. A MEC é composta maioritariamente por fibras de colagénio que estão alinhadas paralelamente entre si no tendão, mas que possuem um arranjo mais aleatório no ligamento (Dahlgren, 2007). As fibras de colagénio predominantes são as de tipo I, a qual é considerada a proteína principal na conexão de tecidos (Birch et al., 2014). Enquanto o tipo I representa 95% do total do colagénio, o tipo III representa os restantes 5% (Kümmerle et al., 2019). Para além do colagénio, a elastina é o outro elemento fibroso destas estruturas, sendo que, no caso dos tendões, representa 1 a 2% do seu peso seco. Na MEC existem ainda complexos proteicos, como glicoproteínas e proteoglicanos (Dahlgren, 2007). Uma vez que a componente celular destes tecidos é bastante pequena, a composição proteica e o alinhamento das fibras da matriz são essenciais para garantir as propriedades funcionais do tendão e do ligamento (Birch et al., 2014).

Os fibroblastos encarregam-se da homeostase dos tendões e dos ligamentos, nomeadamente da necessidade de produzir proteínas de substituição da MEC quando esta é danificada. Este equilíbrio é gerido por dois grupos de proteínas: as metaloproteinases (MMPs, do inglês “matrix metalloproteinases”), que são enzimas proteolíticas que degradam a MEC; e os inibidores das metaloproteinases (TIMPs, do inglês “tissue inhibitors of metalloproteinases”) que, por sua vez, controlam a atividade das MMPs (Dahlgren, 2007).

A água, constituinte da MEC, representa cerca de dois terços do peso destas estruturas, sendo responsável por impedir a desidratação e assegurar a elasticidade. Existem ainda nervos, vasos linfáticos e vasos sanguíneos, sendo estes últimos, em conjunto com o líquido sinovial da bainha do tendão, responsáveis pela sua nutrição (Birch et al., 2014).

Em termos estruturais, cinco moléculas de colagénio constituem uma subunidade fibrilar (fibrilha) que, por sua vez, é a unidade constituinte de uma fibra de colagénio. As fibras de colagénio agrupam-se e formam unidades maiores (fascículos) que, seguidamente, se unem e dão origem ao tendão (Birch et al., 2014). O tendão é rodeado por uma membrana de tecido de conexão – o epitendão – que, ao prolongar-se para a região interna, circundando grupos de fascículos, passa a designar-se por endotendão (Smith, 2010).

O tendão é envolvido por uma bainha tendínea, à exceção das regiões onde esta não existe e onde a estrutura passa a ser envolvida por uma camada fibrosa espessa – o paratendão (Smith, 2010).

Microscopicamente e em corte longitudinal, as fibras de colagénio possuem uma aparência ondulada, denominada *crimp*, fundamental à elasticidade da estrutura (Smith, 2010). Este padrão vai diminuindo com o avanço da idade do cavalo, principalmente nas fibras centrais, representando um fator predisponente à ocorrência de lesões (Wilmink, Wilson & Goodship, 1992; Patterson-Kane, Parry & Birch, 1997)

Na extremidade distal dos membros dos equinos, os tendões e ligamentos não só suportam o bolete e previnem a hiperextensão do carpo, como também restauram a energia do impacto e do peso durante a propulsão e a saída do chão (Denoix, 1994a). Na extremidade distal dos membros, destacam-se os tendões e ligamentos de localização palmar/plantar e de carácter flexor – nomeadamente o LSB e o TFDS – que suportam a hiperextensão da articulação metacarpo/metatarsofalângica durante a fase de apoio e libertam energia durante a fase de protração dos membros (Birch, et al. 2014) (Figura 3).

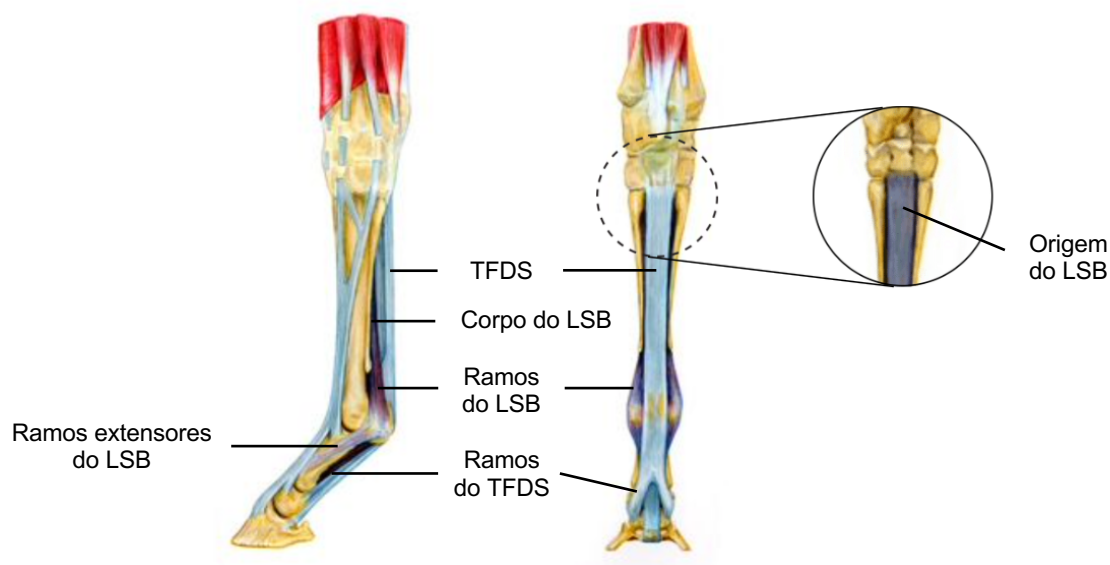


Figura 3: Anatomia do LSB e do TFDS. A azul-escuro apresenta-se o LSB cuja origem, por ser numa região profunda, está representada no círculo preenchido (Adaptado Center for Equine Health, 2021).

2.1.1. Anatomia do tendão flexor digital superficial

O músculo flexor digital superficial tem início no epicôndilo medial do úmero e, sensivelmente 2 a 6 cm proximal ao osso acessório do carpo, o mesmo dá continuidade ao TFDS (Denoix, 1994a; Smith & Cauvin, 2014). A transição musculotendínea desta estrutura inicia-se no quarto distal do aspeto caudal do antebraço e prolonga-se até ao limite proximal do osso acessório do carpo (Smith & Cauvin, 2014). O TFDS também recebe fibras do seu ligamento acessório, no aspeto caudomedial do rádio (Denoix, 1994^a), que se fundem totalmente com o tendão na região proximal ao osso acessório do carpo (Smith & Cauvin, 2014). Medialmente, a região proximal do TFDS contacta com a bainha do tendão flexor radial do carpo e atravessa distalmente o canal do carpo (Denoix, 1994a).

Proximalmente, o tendão assume uma forma oval a circular no membro anterior (MA) e uma localização palmaromedial ao tendão flexor digital profundo (TFDP), movendo-se, progressivamente, para um plano palmar (Smith & Cauvin, 2014). Ao prolongar-se pelo metacarpo III (MTCIII), o TFDS perde a forma redonda e torna-se numa estrutura mais oval e concava, adquirindo uma forma semelhante a uma meia-lua. A sua margem medial apresenta uma forma redonda e a margem lateral é mais afilada, o que, de um ponto de vista histológico, corresponde a uma composição menos celular e a uma mais celular, respetivamente. Distalmente, na região do ligamento intersesamoideo no boleto, o tendão torna-se novamente simétrico (Denoix, 1994a).

Na região do boleto, os tendões flexores são rodeados pela bainha sinovial digital e, seguidamente, pelo ligamento anular palmar que os limita ao espaço entre os ossos sesamóides proximais (Fails, 2020). A bainha sinovial digital tem início 4 a 7 cm proximal aos ossos sesamóides proximais e termina distalmente à segunda falange (Denoix, 1994a).

Na região dos ossos sesamóides proximais, uma estrutura anelar e fibrosa denominada *manica flexora* emerge das margens laterais e mediais do TFDS e rodeia o TFDP (Denoix, 1994a; Smith & Cauvin, 2014). Já na quartela, o TFDP atravessa o TFDS enquanto este se bifurca em dois ramos que se vão inserir na extremidade proximal da segunda falange, palmar aos ligamentos colaterais da articulação interfalângica proximal (Fails, 2020).

2.1.2. Anatomia do ligamento suspensor do boleto

O LSB é um dos constituintes do aparelho suspensor do membro, juntamente com os ligamentos sesamóideos distais: o reto, os oblíquos, os cruzados, o curto e o intersesamoideo (Dyson & Genovese, 2010; Fails, 2020).

O LSB divide-se, de proximal para distal, em três porções principais: a origem, o corpo e os ramos (Dyson & Genovese, 2010). No MA, a origem do LSB tem início no aspecto palmar e proximal do terceiro osso do carpo e do MTCIII (Werpy & Denoix, 2012). A mesma é dividida em dois lobos bem definidos (medial e lateral) que se fundem 5 a 6 cm distalmente à articulação carpometacárpica (Werpy & Denoix, 2012). No MA, o lobo medial é mais fino e largo do que o lobo lateral (Werpy & Denoix, 2012).

O corpo do LSB, desce ao longo do sulco formado pela superfície palmar do MTCIII e pelas superfícies axiais dos metacarpos ou metatarsos acessórios (Fails, 2020). Numa região variável do MTCIII, o corpo do LSB divide-se em dois ramos que se vão inserir na superfície abaxial do sesamóide proximal correspondente (Dyson & Genovese, 2010), sendo que algumas fibras adquirem uma localização subsinovial em relação à articulação metacarpo/metatarsofalângica (Minshall & Wright, 2006). Cada um destes ramos dá origem a um ramo extensor, que se funde ao tendão extensor digital comum, proximalmente à articulação interfalângica proximal. Por fim, os ramos extensores fundem-se com o ligamento colateral do sesamóide correspondente (Budras, Sack & Röck, 2011).

A região proximal do LSB comunica com os recessos sinoviais distais palmares da articulação carpometacárpica no MA (Ford & Ross, 1998).

2.2. Patofisiologia das lesões de tendões e ligamentos

As lesões tendinosas e ligamentares podem ocorrer por sobrestiramento, por laceração e por perfuração (Birch et al., 2014), sendo a primeira a mais comum e que está associada às estruturas palmares de suporte da articulação metacarpofalângica (R. Smith & Schramme, 2003). Quando uma estrutura tendinosa ou ligamentar é sobrecarregada, a mesma estira, sendo que a sua capacidade de estiramento depende das suas propriedades estruturais específicas. Quando a carga exercida sobre o tecido mole supera a sua força estrutural, o mesmo rutura (Smith, 2010). A extensão da lesão pode variar na sua gravidade, compreendendo desde o deslizamento fibrilar, a ruturas individuais e subtis de fibras, a defeitos centrais, ou resultando mesmo num envolvimento geral que pode culminar na separação completa do tendão/ligamento (Smith, 2010; Birch et al., 2014).

As lesões por sobrecarga têm duas possíveis origens. Por um lado, podem resultar da sobrecarga súbita da estrutura, ao ultrapassar a sua resistência. Contudo, e de forma mais frequente, a lesão clínica por sobrestiramento é precedida por uma fase de degeneração que ocorreu na estrutura ao longo do tempo (Birch et al., 2014). Esta degeneração é geralmente a primeira fase de uma tendinopatia, que não provoca um processo de reparação, mas que enfraquece o tendão progressivamente (Tsuzaki, Guyton & Garret, 2003).

A lesão clínica ocorre quando o nível de força induzido sobre o tendão/ligamento ultrapassa a sua integridade estrutural, rompendo a matriz e resultando numa lesão irreparável. Em consequência da rutura da matriz, ocorre uma hemorragia, seguida de um processo inflamatório de curta duração – a fase aguda ou inflamatória (Birch et al., 2014).

A fase aguda ou inflamatória é caracterizada por hemorragia intratendínea, desenvolvimento de edema e infiltração de neutrófilos, macrófagos e monócitos. Estas células libertam enzimas proteolíticas (R. Smith & Schramme, 2003) e fatores vasoativos e quimiotáticos que, por sua vez, iniciam a angiogénese e estimulam a proliferação celular (Dahlgren, 2007). Apesar das enzimas proteolíticas removerem o tecido lesado, a sua ação digestiva sob as fibras de colagénio tende a exacerbar o dano causado ao tendão. Esta fase pode durar uma a duas semanas, estando a variação correlacionada com a gravidade da lesão e com a possível implementação de terapêutica anti-inflamatória (Smith, 2010).

Alguns dias após a lesão e sobreposta à fase inflamatória, inicia-se a fase subaguda ou de fibroplastia, cujo pico ocorre às 3 semanas e que pode durar entre semanas a meses (Fackelman, 1973; R. Smith & Schramme, 2003; Dahlgren, Mohammed & Nixon, 2005; Smith, 2010). Esta fase caracteriza-se pela acumulação de fibroblastos, responsáveis pela formação de tecido cicatricial. Ocorre uma resposta angiogénica e uma acumulação de fibroblastos no tecido lesado, responsáveis por sintetizar nova matriz de colagénio, embora com uma composição bastante diferente (Smith, 2010). A nova matriz apresenta um maior rácio de fibras de colagénio III/I (cerca de 50% face ao tendão original) (Birch, H. L. Bailey & J. V. Bailey, 1999), e um maior número de glicosaminoglicanos (Birch, Bailey & Goodship, 1998).

Ainda no final da fase subaguda, tem início a fase crónica ou de remodelação (Birch et al., 2014), que pode durar vários meses (Smith, 2010) e representa a maturação e remodelação do tecido cicatricial (R. Smith & Schramme, 2003). Ocorre uma substituição gradual, mas bastante incompleta, do colagénio tipo III por colagénio tipo I (Birch et al., 2014). As novas fibras de colagénio são de carácter mais espesso e são dispostas num padrão cruzado, ao invés de paralelo (Smith, 2010). A formação de cicatriz é feita em grande quantidade, o que torna o tendão mais espesso e menos elástico, em comparação ao que era originalmente (Birch et al., 2014), podendo reduzir a extensibilidade da articulação metacarpofalângica, quando suporta peso (R. Smith & Schramme, 2003).

Por consequência à alteração das características estruturais do tendão, ocorre um comprometimento da função do mesmo e uma maior predisposição a recidivas em locais adjacentes ou distantes da lesão original. Estas novas lesões podem também ocorrer no tendão/ligamento contralateral ou noutras estruturas que suportam a articulação metacarpofalângica (Smith, 2010).

2.3. Diagnóstico de lesões de tendões e ligamentos

O diagnóstico de lesões por estiramento em tendões e ligamentos é, em grande parte, baseado na história clínica que precede a lesão e pelo desenvolvimento de sinais inflamatórios agudos, como a dor à palpação, o calor, o edema, a tumefação do membro e, ainda, a claudicação (R. Smith & Schramme, 2003; Kümmeler et al., 2019;). O exame clínico, a resposta aos bloqueios anestésicos perineurais e as técnicas imagiológicas devem ser utilizados com o objetivo de apurar e atribuir um significado clínico a cada lesão (Bubeck & Aarsvold, 2018).

2.3.1.1. História clínica, exame estático e exame dinâmico

A história clínica de uma lesão de tendões ou ligamentos é caracterizada por uma claudicação que melhora com o descanso e piora durante o exercício. Adicionalmente, determinadas modalidades podem mostrar predisposição para a patologia de uma determinada estrutura (Denoix, 1994b). O LSB é frequentemente lesionado em cavalos de *endurance*, de obstáculos, de *dressage* e de corridas. Por outro lado, o TFDS é frequentemente lesionado em cavalos de corrida, de obstáculos, de concurso completo de equitação e de *dressage*. No entanto, ao contrário do LSB, as lesões de TFDS são quase exclusivas do MA (Ortved & Bertone, 2020).

Perante lesões agudas, a visualização e a palpação das estruturas pode revelar a presença de edema ou assimetrias entre os membros contralaterais, bem como a manifestação de dor (Bubeck & Aarsvold, 2018). Nas lesões de TFDS, que ocorrem maioritariamente no terço médio do metacarpo, é frequente observar-se um tendão aumentado e uma forma arqueada no metacarpo palmar (Ortved & Bertone, 2020). Já as lesões dos ramos do LSB são caracterizadas pelo aumento da sua espessura, resultando no preenchimento do espaço naturalmente vazio entre o MTC III e o LSB (Gibson & Steel; 2002). Em regiões profundas, como a origem do LSB, a reação à palpação é particularmente importante, pois é muito raro denotar alterações visuais nestas zonas (Denoix, 1994b).

Ao exame dinâmico da marcha, observa-se uma claudicação mais evidente em piso mole (Bubeck & Aarsvold, 2018), que não tende a desaparecer durante o exercício e pode até agravar-se (Denoix, 1994b). Caso o LSB esteja afetado, a claudicação é mais evidente em círculo, com o membro lesionado por fora. No entanto, no MP pode caracterizar-se por alterações mais subtis, como diminuição da fase cranial e do arco da passada (Dyson & Genovese, 2010).

A realização de bloqueios anestésicos permite confirmar a localização e o significado de uma tendinopatia ou desmopatia (Bubeck & Aarsvold, 2018). Segundo Denoix (1994b), é

possível administrar anestésico local diretamente na região dolorosa ou, alternativamente, podem ser realizados bloqueios anestésicos perineurais que, contudo, podem culminar em respostas cruzadas por existirem estruturas muito próximas ou sobrepostas na mesma região.

Em relação à origem do LSB, pode realizar-se um bloqueio anestésico perineural do nervo palmar/plantar lateral, utilizando uma abordagem lateral (Ford et al., 1988) ou medial (Castro, Schumacher & Pauwels, 2005). Alternativamente, pode recorrer-se à infiltração direta da origem do LSB ou, ainda, ao bloqueio anestésico dos nervos palmares/plantares e metacarpianos/metatarsianos palmares/plantares – bloqueio dos quatro pontos altos (Dyson & Genovese, 2010; Ortved & Bertone, 2020). Adicionalmente, numa minoria dos casos que afetem os MA, pode ser necessário o bloqueio do nervo ulnar para anular totalmente a claudicação (Keg, van den Belt, & Merkens, 1992; Dyson & Genovese, 2010; Ortved & Bertone, 2020). No que respeita aos MP, alguns autores sugerem que a melhor opção para bloquear a origem do LSB é a dessensibilização do ramo profundo do nervo plantar lateral (Ortved & Bertone, 2020).

Ao contrário da origem, em lesões do corpo e ramos do LSB, a realização de bloqueios não é fundamental, sendo quase sempre identificada a lesão através do exame clínico e ecográfico (Gibson & Steel, 2002; Dyson, 2007; Dyson & Genovese, 2010). Ainda assim, é possível realizar-se o bloqueio de quatro pontos baixos e o bloqueio de quatro pontos altos, os quais dessensibilizam os nervos palmares e metacarpianos palmares, na região distal e na região proximal do metacarpo, respetivamente (Baxter, 2020). Estes bloqueios dessensibilizam, respetivamente, as estruturas profundas da região do boleto para distal e as estruturas profundas do metacarpo, podendo assim serem utilizados não só para o bloqueio do corpo e ramos do LSB, como para o TFDS – de acordo com a região anatómica suspeita (Gibson & Steel, 2002; Dyson & Genovese, 2010; Baxter, 2020).

Para além dos bloqueios acima mencionados, os bloqueios anestésicos intra-articulares podem auxiliar no diagnóstico de lesões ligamentosas intra-articulares ou periarticulares (Denoix, 1994b).

2.3.1.2. Ecografia

A ecografia é um meio de diagnóstico importante para identificar (R. Smith & Schramme, 2003) e avaliar o grau da lesão, contribuindo para a determinação do prognóstico de uma tendinopatia ou desmopatia (Smith, 2008). Também estão descritas outras técnicas ultrassonográficas complementares para a patologia de tecidos moles, como a utilização de *color doppler*, para avaliar a neovascularização da estrutura, a ultrassonografia dinâmica para ver adesões entre tecidos e, ainda, a elastografia, para determinar a tensão dos tecidos e o estadió das lesões (Bubeck & Aarsvold, 2018; Goodrich, 2019).

De modo a avaliar tendões e ligamentos na região do metacarpo e boleto, os membros devem ser previamente limpos e tosquiados, de forma a obter a melhor qualidade possível de imagem (Goodrich, 2019). Ainda, recomenda-se a utilização de sondas lineares de alta frequência, entre 7.5 e 16 MHz, e de um *standoff*, essencial para observar estruturas superficiais, e assim evitar artefactos de reverberação (Cauvin & Smith, 2014; Smith & Cauvin, 2014; Palgrave & Kidd, 2014). Durante o exame, devem ser recolhidas imagens transversais e longitudinais metodicamente, ao longo da região onde se encontra a estrutura lesionada, avaliando o membro tanto em estação como em apoio (Kümmerle et al., 2019). O sistema mais utilizado para determinar a localização da lesão divide a região do metacarpo em níveis para cortes transversais e longitudinais (Anexo I). Adicionalmente, devem recolher-se imagens do membro contralateral, para comparação, ainda que a patologia possa ser bilateral (Goodrich, 2019).

No que respeita ao exame ecográfico da origem do LSB, o mesmo deve ser realizado cautelosamente, uma vez que, ao contrário de outras estruturas, esta região apresenta uma ecogenecidade heterogénea, devido à presença de músculo e gordura entre as fibras de colagénio. O posicionamento da sonda em planos oblíquos ao eixo longitudinal do ligamento permite diferenciar a ecogenecidade das fibras em relação à gordura e ao músculo, facilitando a interpretação da imagem. Além disso, a colocação do membro ligeiramente fletido permite aumentar o alcance da sonda e melhorar qualidade da mesma (Werpy & Denoix, 2012).

A avaliação ultrassonográfica de uma lesão deve ser realizada 48 a 72 horas após o incidente que a antecede, uma vez que o edema peritendinoso estará reduzido nesta fase (Rantanen Jorgensen & Genovese, 2010; Bubeck & Aarsvold, 2018). Uma segunda reavaliação deve ser realizada após três semanas, para visualizar a extensão total da lesão, uma vez que, neste intervalo de tempo entre avaliações, ocorre a ação das enzimas proteolíticas sob a lesão, responsáveis pela sua progressão (Bubeck & Aarsvold, 2018).

No exame ultrassonográfico da lesão deve ser avaliada a sua ecogenecidade, o tamanho, o padrão das fibras, a forma, a posição e as margens da estrutura e, ainda, a sua vascularização (Smith, 2008). De forma geral, as lesões agudas tendem a apresentar características como o aumento do tamanho da estrutura, uma hipoecogenecidade generalizada ou focal, a redução do padrão longitudinal das fibras, e algumas mudanças na forma ou nas margens da estrutura ou ainda, na posição da mesma (Kümmerle et al., 2019). Num estado subagudo, é característico observar-se um aumento da hipoecogenecidade, denotando-se uma lesão mais definida do que na fase aguda, uma vez que ocorreu reabsorção do sangue e proliferação de tecido de granulação (Bubeck & Aarsvold, 2018).

Por outro lado, as lesões crónicas tendem a variar no aumento de tamanho e na ecogenecidade da estrutura, sendo esta última caracteristicamente heterogénea ou reduzida,

quando a sonda incide de forma angulada sobre a estrutura. Esta fase é ainda caracterizada por um padrão estriado e irregular das fibras, que revela a presença de fibrose (Kümmerle et al., 2019). Em lesões crónicas ativas, a aparência das mesmas pode variar entre uma área hipoecogénica difusa sobreposta à cicatriz do tecido, ou regiões hipoecogénicas discretas em regiões próximas à lesão primária (Bubeck & Aarsvold, 2018).

2.3.1.2.1. Diagnóstico por ecografia da lesão do tendão flexor digital superficial

Numa fase aguda, as lesões de TFDS são muitas vezes caracterizadas por *core lesions* – regiões hipoecóicas ou com uma diminuição focal da ecogenecidade na região central do tendão (Smith & Cauvin, 2014). No entanto, também podem ocorrer nas margens mediais, laterais, dorsais ou palmares do mesmo (Smith, 2008). Por vezes, as lesões marginais abrangem o paratendão em simultâneo, podendo alterar a forma do tendão (Bubeck & Aarsvold, 2018).

Também é possível que a lesão seja mais difusa, traduzindo-se no aumento do tamanho, na hipoecogenecidade e na heterogenecidade do tendão (Smith & Cauvin, 2014). É possível observar edema intra-tendinoso e, num plano sagital, perda difusa da estriação das fibras (Smith, 2008; Smith & Cauvin, 2014). Por outro lado, ainda que menos frequente, pode existir uma lesão muito superficial, manifestando-se apenas por um aumento e/ou mudança de forma do tendão, frequentemente acompanhado de edema peritendinoso (Smith, 2008). Um aumento da área em corte transversal (CSA, do inglês “cross-sectional area”) de mais de 20% em relação ao membro contralateral saudável é considerado significativo (Smith & Cauvin, 2014).

As lesões ocorrem, geralmente, na porção correspondente à região média do metacarpo mas, muitas vezes, estendem-se continuamente, provocando uma tumefação característica no aspeto palmar da canela – conhecida por *bowed tendon*. No entanto, o TFDS também pode sofrer lesão nas regiões onde é envolvido por uma bainha tendínea, nomeadamente na região da bainha sinovial do carpo e da bainha sinovial digital (boleto e quartela), sendo frequentemente acompanhada de efusão da bainha em causa (Kümmerle et al., 2019). Qualquer lesão que ocorra numa região abrangida por uma bainha sinovial e, portanto, na ausência de um paratendão, tende a ter um pior prognóstico (Smith & Cauvin, 2014).

No boleteo é raro verificar-se um aumento de tamanho do TFDS, uma vez que o ligamento anular palmar comprime as estruturas que aí passam, impedindo a alteração de volume. Assim, o ligamento anular tende a tornar-se mais espesso (Smith, 2008).

As lesões dos ramos ou da porção imediatamente proximal aos mesmos tendem a ser recidivas de lesões que ocorreram noutra região do tendão. Estas caracterizam-se por

aumento de tamanho, ecogenecidade heterogénea e fibrose subcutânea (Smith & Cauvin, 2014).

2.3.1.2.2. Diagnóstico por ecografia da lesão do ligamento suspensor do boleto

Uma achado muito consistente com a patologia da origem do LSB é a fraca definição das margens da estrutura, especialmente da margem dorsal (Dyson et al., 1995). Por outro lado, pode verificar-se o aumento da região em corte longitudinal e transversal, também traduzido pela diminuição do espaço entre o LSB e o MTCIII (Zauscher et al., 2013). Frequentemente, podem observar-se uma ou mais áreas centrais ou periféricas pouco definidas e com redução da ecogenecidade (Dyson et al., 1995). A irregularidade da superfície palmar e proximal do MTC sugere a presença de entesiófitos ou de reação óssea por inflamação crónica. Alguns entesiófitos de maiores dimensões podem mimetizar fragmentos de avulsão. Ainda assim, estes fragmentos podem ocorrer, localizando-se entre 1–3 cm distalmente à articulação carpometacárpica ou 1–3 mm palmar à superfície do MTCIII (Smith & Cauvin, 2014).

Em qualquer estágio da lesão, ao avaliar a origem num plano sagital ou parasagital, é possível identificar perda difusa do paralelismo longitudinal das fibras. Nos casos crónicos, estes planos mostram um ligamento com aparência granular ou densamente compactada, com áreas hiperecogénicas mal definidas. Por outro lado, o estágio crónico é também caracterizado por uma estrutura com um aumento de tamanho generalizado, mas que permanece bastante ecogénica (Smith & Cauvin, 2014).

Nas lesões do corpo do LSB, geralmente observa-se hipoecogenecidade generalizada e aumento do tamanho do ligamento nos planos transversal e longitudinal (Smith & Cauvin, 2014). À semelhança da desmitria da origem, pode existir perda da definição de uma ou mais margens do corpo do LSB (Dyson & Genovese, 2010). As lesões difusas são as mais frequentes, mas é possível encontrar *core lesions* que podem estender-se para a origem ou para o(s) ramo(s) (Smith & Cauvin, 2014). É comum a região da bifurcação do corpo do LSB ser a zona máxima de lesão (Dyson & Genovese, 2010).

No que respeita às lesões dos ramos, é frequente observar-se o aumento do ramo ou a mudança da sua forma, bem como a perda da definição de uma ou várias margens da estrutura (Gibson & Steel, 2002). Um dos indicadores ultrassonográficos mais sensíveis desta patologia é a presença de fibrose periligamentar, a qual é comum após uma lesão ligamentosa (Smith & Cauvin, 2014). Por vezes, podem encontrar-se fibras ecogénicas perto do tecido subcutâneo que representam ruturas do tecido fibroso periligamentar (Dyson & Genovese, 2010). Adicionalmente, é importante avaliar os ramos em planos longitudinais e numa posição abaxial, de forma observar a superfície abaxial dos ossos sesamóides, permitindo a

identificação de lesões hipoecóicas restritas à inserção do ligamento (Dyson, 2007), bem como a presença de entesiotopias, caracterizadas por pedaços de osso irregular a invadir as fibras do ligamento (Smith & Cauvin, 2014). Nesta região é ainda possível identificar contornos ósseos irregulares ou fraturas dos sesamóides (Dyson & Genovese, 2010).

As lesões crónicas dos ramos do LSB tendem a apresentar alterações persistentes do alinhamento das fibras num plano longitudinal, a presença de áreas hiperecogénicas ou calcificadas e o edema ou fibrose periligamentares (Dyson, 2007).

2.3.1.3. Outras técnicas imagiológicas

No que respeita ao diagnóstico de patologia de tecidos moles, apesar de a ecografia ser considerada o *gold standard* (Kümmerle et al., 2019), esta não permite a observação de estruturas anatómicas profundas, nem dos tecidos moles no interior do casco, tal como o TFDP e os ligamentos distais do osso navicular (Denoix, 1994b). A ecografia é também pouco sensível no diagnóstico de determinadas alterações noutras regiões, como a origem do LSB (Bubeck & Aarsvold, 2018). Assim, a ressonância magnética (RM) revela-se importante, uma vez que deteta alterações nas propriedades magnéticas do tecido, enquanto que a ultrassonografia deteta alterações na sua acústica (Werpy & Denoix, 2012). Esta técnica identifica ainda modificações do osso que podem passar despercebidas no exame radiológico e ultrassonográfico. Assim, a RM é considerada útil quando, apesar de ter sido identificado o local de dor, a radiografia e a ecografia não demonstram alterações compatíveis com a apresentação clínica (Bubeck & Aarsvold, 2018).

A radiografia é uma técnica imagiológica complementar importante aquando da suspeita de entesiotopia, assim como em casos de remodelação óssea, mineralização ou de fraturas de avulsão (Denoix, 1994a).

Apesar de não ser tão precisa como a RM no diagnóstico de patologia de tecidos moles (Bubeck & Aarsvold, 2018), a tomografia computadorizada (TC) também pode ser útil, nomeadamente quando realizada com contraste, permitindo a diferenciação dos estádios da lesão (Spriet, 2020). A TC funciona como uma radiografia em três dimensões, detetando diferenças da atenuação dos tecidos (Bubeck & Aarsvold, 2018; Spriet, 2020).

2.4. Tratamentos para lesões de tendões e ligamentos

Atualmente, existem várias abordagens terapêuticas propostas para o tratamento de lesões de tendões e ligamentos (Kümmerle et al., 2019). De forma geral, estas abordagens

podem dividir-se em opções cirúrgicas e não cirúrgica, representadas na tabela 1 para lesões do LSB e do TFDS.

Tabela 1. Conjunto de tratamentos propostos para tendões e ligamentos (Adaptado de Bonilla-Gutiérrez, López & Carmona, 2019; Kümmeler et al., 2019).

Opções não cirúrgicas	Terapêuticas físicas	Crioterapia
		Pensos compressivos
		Ondas de choque extracorporais
		Ultrassom terapêutico
		Ferração ortopédica
		Laserterapia
		Vesicação
		Exercício controlado
	Terapêuticas farmacológicas	Medicação sistémica: • Anti-inflamatórios não esteróides (AINEs) (ex.: fenilbutazona; flunixinina-meglumina) • Corticoesteróides (dexametasona)
		Medicação local/intralesional: • Glicosaminoglicanos polissulfatados • Ácido hialurónico • Plasma rico em plaquetas (PRP) • Células estaminais • Aspirados de medula óssea
Opções cirúrgicas	Desmotomia (ligamento acessório do TFDS)	
	Neurectomia do ramo profundo do nervo plantar lateral (controlo de dor do LSB)	
	<i>Splitting</i>	
	Tenoscopia e Bursoscopia	
	Desbridamento cirúrgico (lesões nos ramos do LSB)	

2.5. Laserterapia no tratamento de lesões de tendões e ligamentos

A laserterapia é um tratamento não-invasivo, não-tóxico e não-poluente, utilizado no tratamento de inúmeras patologias tanto em medicina humana como, mais recentemente, em medicina veterinária (Fesseha, 2020).

A palavra “LASER” é um acrónimo para “*light amplification by stimulated emission of radiation*” (traduzido para português como “amplificação de luz por emissão estimulada de

radiação”) (Porter, 1992). Apesar do termo “laserterapia” continuar a ser utilizado, desde o consenso de nomenclatura em Setembro de 2014, que o termo “fotobiomodulação” (PBMT, do inglês “photobiomodulation therapy”) é reconhecido como o mais descritivo para esta terapêutica (Riegel, 2017a). A PBMT é definida como “a terapêutica que utiliza fontes de luz não ionizantes, incluindo lasers, LEDs e luz de largo espectro, na região visível e infravermelha do espectro eletromagnético” (Anders, Lanzafame & Arany, 2015, p. 184).

De forma geral, a utilização PBMT em medicina veterinária está atualmente indicada para dor, feridas, patologias músculo-esqueléticas e neurológicas, e em conjunto com outras vertentes de medicina integrativa – como a acupuntura e a medicina regenerativa (Riegel & Godbold, 2017).

2.5.1. Princípios básicos para a utilização de um LASER terapêutico

Um LASER emite energia em forma de fótons e possui três componentes essenciais: uma fonte de energia, um meio de amplificação e uma cavidade de ressonância conectada por espelhos (Figura 4) (Riegel & Godbold, 2017).

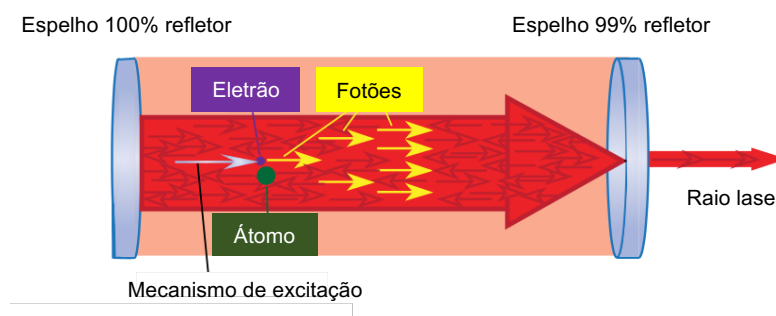


Figura 4: Os componentes de um LASER (Riegel & Godbold, 2017).

Quando uma fonte de energia incide nos elétrons do meio amplificador, os mesmos transitam para um nível de energia mais alto. Após algum tempo, os elétrons voltam ao seu estado de energia inicial e, quando isto acontece, os fótons são emitidos, sendo este fenómeno denominado de emissão espontânea (Riegel & Godbold, 2017). Os fótons são emitidos aleatoriamente no meio de amplificação, o qual tem um espectro de radiação muito específico, emitindo assim, fótons com um único comprimento de onda. Seguidamente, o conjunto de fótons emitidos irá estimular outros átomos no meio e fará com que estes emitam a sua energia (Coldren, Corzine & Mashanovitch, 2012).

A luz LASER tem três importantes propriedades que lhe permitem atravessar tecidos até um nível celular: é monocromática (tem um comprimento de onda único), é colimada (não

divergente, paralela e concentrada) e é coerente (irradia de forma muito ordenada a partir da sua fonte, com ondas totalmente paralelas que convergem para o mesmo ponto) (Riegel & Godbold, 2017).

O espectro de radiação emitido pelos lasers terapêuticos compreende comprimentos de onda (λ) entre 620 e 1200 nanómetros (nm) do espectro eletromagnético, o que corresponde a um intervalo entre a luz vermelha e infravermelha (Riegel & Godbold, 2017). O comprimento de onda determina a profundidade atingida pela luz LASER (Enwemeka, 2009), sendo os lasers classificados quanto à sua fonte, a qual possui um comprimento de onda específico (Anexo II) (Coman & Calin, 2011).

Os lasers são ainda classificados de acordo com a sua capacidade de causar lesões, nomeadamente na pele e nos olhos. De acordo com a *American National Standards Institute* e a *International Electrotechnical Institute*, estes equipamentos dividem-se em quatro classes principais (Anexo III). Os lasers terapêuticos pertencem às classes III e IV, as quais correspondem, respetivamente, a equipamentos com 5 a 500 miliwatts (mW) e mais de 500 mW de potência. Os primeiros pertencem à modalidade apelidada de laserterapia de baixa-intensidade (LLLT, do inglês “low-level LASER therapy”) e os segundos de laserterapia de alta-intensidade (HILT, do inglês “high-intensity LASER therapy”) (Riegel, 2017a).

2.5.1.1. Unidades básicas e princípios conhecidos

Para além do comprimento de onda, existem dois outros conceitos críticos ao funcionamento de um LASER terapêutico: energia e potência. A energia corresponde ao total de energia emitida num feixe de luz e é medida em joules (J). A potência é a energia emitida por unidade de tempo e é medida em watts (W) – ou seja, 1 W corresponde a 1 J/segundo (Redondo & Stephens, 2019). Na PBMT, a potência é também muitas vezes apresentada em mW (Enwemeka, 2009). Assim, um LASER de 1 W consegue emitir 60 J/minuto, enquanto um LASER de 10 W consegue emitir 600 J/minuto. Deste modo, a potência tem a capacidade de determinar a velocidade de administração da laserterapia – uma propriedade bastante interessante no tratamento de áreas extensas ou em animais de grande porte. Por outro lado, apesar de a potência não determinar a profundidade de penetração da luz, determina o número de fótons que chegam à profundidade que um determinado comprimento de onda consegue alcançar (Smith, 2017).

A estas unidades é necessário juntar o espaço dimensional que o tratamento deve abranger, ou seja, a área (cm^2). Assim, introduzem-se os conceitos de densidade energética, apelidada de “dose” (J/cm^2), e de densidade de potência, denominada “radiância” (W/cm^2)

(Redondo & Stephens, 2019). A primeira corresponde à quantidade de energia por unidade de área e a segunda define a potência por unidade de área (Enwemeka, 2009).

Em suma, considera-se que a chave para uma dosagem adequada requer a aplicação de um número suficiente de joules num comprimento de onda apropriado a uma determinada área anatómica, de modo a fornecer a quantidade de energia necessária para obter uma resposta clínica por parte do tecido-alvo. Assim, a fórmula geral abaixo representa o cálculo de uma dose de laserterapia (Riegel, 2017b) (Figura 5).

$$\text{Dose/Densidade de energia (J/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Potência (W)} \times \text{Tempo (segundos)}}{\text{área de tratamento (cm}^2\text{)}}$$

Figura 5: Fórmula para o cálculo de doses de laserterapia (Adaptado de Riegel & Godbold, 2017).

No entanto, um dos grandes impasses da laserterapia é a falta de protocolos de tratamento padronizados. Atualmente, existe uma grande variedade de equipamentos disponíveis no mercado, bem como resultados contraditórios publicados na literatura para várias patologias (Hochman, 2018). Ainda assim, sabe-se que a quantidade de energia aplicada durante um tratamento deve ser implementada em função das características individuais do paciente e do tecido em causa (Enwemeka, 2009). Assim, devem ter-se em consideração fatores como o tipo e a profundidade do tecido-alvo, a patologia em causa, o estágio da lesão, a espécie, a pigmentação e espessura do pêlo e da pele, a condição corporal, e a sensibilidade do paciente à luz (Pryor & Millis, 2015; Enwemeka, 2009).

Em geral, são recomendados comprimentos de onda mais altos para o tratamento de regiões mais profundas e o inverso para regiões mais superficiais (Enwemeka, 2009). Os comprimentos de onda mais baixos, entre 600 – 800 nm, são em parte absorvidos pelos cromóforos da melanina, hemoglobina e oxihemoglobina, pelo que estes valores são apenas adequados ao tratamento de áreas superficiais. Por outro lado, utilizando comprimentos de onda acima de 1100-1200 nm, o absorvente principal da radiação passa a ser a água. Para a radiação atingir tecidos profundos, o LASER deve emitir radiação entre 800–1000 nm – o intervalo considerado como a “janela terapêutica” para a PBMT (Riegel & Godbold, 2017). Adicionalmente, os tecidos mais profundos requerem de doses e potências mais altas e o inverso aplica-se a tecidos mais superficiais (Redondo & Stephens, 2019).

O tipo de dor é igualmente um fator importante, estando descrito que a dor aguda responde melhor a doses e potências mais baixas e a dor crónica a doses e potências mais altas (Redondo & Stephens, 2019).

A dosagem é também influenciada pela pigmentação, uma vez que quanto mais pigmentado é o tecido, menor a quantidade de luz que o transpõe (Battle & Hobbs, 2003).

Assim, em peles mais pigmentadas, doses mais elevadas são adequadas para garantir o alcance do mesmo número de fótons em comparação às peles menos pigmentadas (Enwemeka, 2009).

Por outro lado, a perpendicularidade do feixe do LASER ao tecido é crucial ao sucesso do tratamento. A luz que incide sobre os tecidos pode ser absorvida ou difundida, sendo o fenómeno da difusão o mais prevalente. Isto significa que grande parte da luz salta entre as partículas dos tecidos, mudando muitas vezes o curso dos fótons até estes serem absorvidos. A perpendicularidade entre a sonda e a área de superfície é, assim, fundamental para que o fenómeno da difusão ocorra na direção mais perpendicular possível até alcançar tecido-alvo (Redondo & Stephens, 2019).

Atualmente, a recomendação geral quanto à dosagem é que os pacientes sejam tratados com doses reportadas como eficazes em publicações científicas (Hochman, 2018). As doses gerais reportadas para equinos encontram-se sumarizadas no Anexo IV, e as descritas em estudos científicos para tendões e ligamentos de equinos estão no Apêndice I.

2.5.1.2. Modos de emissão e técnicas de aplicação

Os lasers terapêuticos têm dois modos de emissão principais, ou seja, dois padrões que caracterizam a emissão de radiação num dado espaço de tempo: o modo de emissão contínuo e o modo de emissão pulsado (Figura 6). O modo contínuo produz uma potência constante durante o período de tempo determinado pelo operador. Por outro lado, o modo pulsado emite radiação numa dada frequência, ou seja, com interrupções na emissão durante um período de tempo (Riegel & Godbold, 2017).

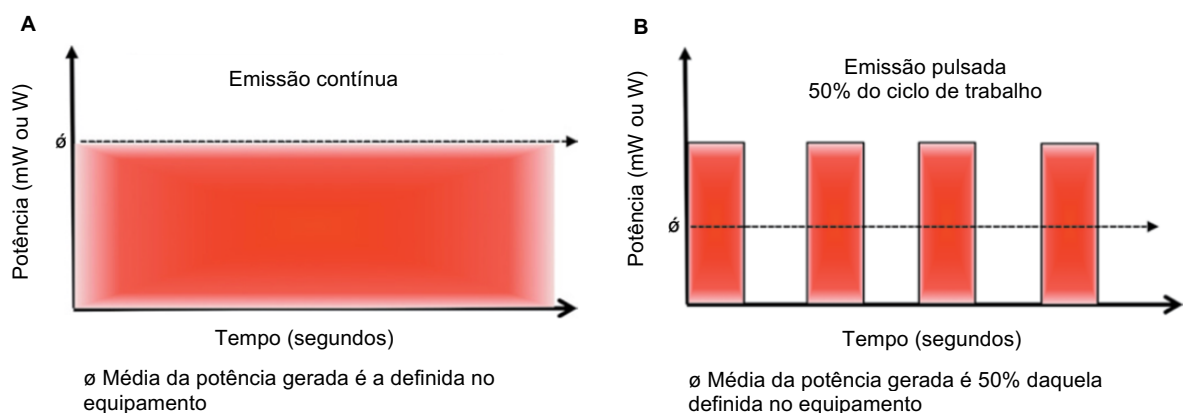


Figura 6: Principais modos de emissão de um LASER terapêutico: o modo de emissão contínuo (A) e o modo de emissão pulsado (B) (Adaptado de Riegel & Godbold, 2017).

A frequência de toda a luz é função do seu comprimento de onda (Riegel & Goldbold, 2017) e corresponde ao número de ciclos de oscilação por unidade de tempo (Redondo & Stephens, 2019). No entanto, o termo “frequência de pulso” refere-se ao número de pulsos de luz emitidos por segundo e assim, por associação, ao modo de emissão pulsado. Não obstante, para ambos os conceitos, a unidade de medida é o hertz (Hz), em que 1 Hz corresponde a um ciclo por segundo e 500 Hz são 500 ciclos por segundo (Riegel & Goldbold, 2017).

Num modo pulsado, a luz vai ser emitida num ciclo *on* e *off*, resultando numa emissão com menor potência total. O ciclo de ação da luz do LASER (medido em percentagem) é o rácio entre a energia total emitida quando esta luz está ligada e quando está desligada – ou seja, corresponde ao tempo em que a luz está ligada. No caso da emissão pulsada, representada na figura 6, o ciclo de ação corresponde a 50%, ou seja, em 50% do ciclo a energia é emitida e nos outros 50% não é (Riegel & Goldbold, 2017).

Assim, a emissão pulsada deve ser interpretada como uma forma de diminuir a administração da laserterapia, por exemplo no caso de existir preocupação relativa à temperatura a que o tecido-alvo é sujeito (Riegel & Goldbold, 2017). Quando a luz está desligada, o tecido consegue dissipar o calor, sendo este fenómeno denominado “tempo de relaxamento térmico”. Este tempo permite maximizar o efeito fisiológico da luz sobre o tecido (Karu, Pyatibrat & Kalendo 2001; Redondo & Stephens, 2019). Como o maior condutor de calor no organismo é a água, quanto mais água existir no tecido, mais rápida é a dissipação do calor e, assim, propõem-se que tecidos com menor teor em água demorem mais tempo a dissipar o calor e requeiram um maior intervalo entre pulsos, ou seja, uma menor frequência. Uma vez que os ossos e o músculo têm, respetivamente, cerca de 60% e 90% de água, (Katz, 1995), os tendões e ligamentos enquadram-se no meio destes valores no que corresponde ao conteúdo de água e, assim, é expectável que o mesmo se aplique às frequências adequadas ao seu tratamento (Anexo V) (Redondo & Stephens, 2019).

Quanto às técnicas de aplicação, podemos considerar duas formas de incidir a luz nos tecidos: ponto a ponto ou por varrimento. Na técnica de ponto a ponto, a sonda do LASER é colocada numa área até ser administrada a energia pretendida à mesma e, de seguida, a sonda é movida para o local imediatamente adjacente, sendo administrada uma nova quantidade de energia àquela área. No caso da técnica em varrimento, a sonda é mantida em constante movimento, devendo percorrer entre 2 a 7 cm por segundo, de forma a prevenir a acumulação excessiva de calor numa mesma área (Smith, 2017).

Por fim, existem ainda duas opções quanto ao contacto da sonda com o tecido. A sonda pode ser aplicada em contacto direto com o paciente ou, pelo contrário, sem estabelecer este contacto direto, sendo esta segunda opção associada a lasers com potências

muito altas (Enwemeka, 2009). Sempre que possível, é aconselhado o contacto direto, de forma a minimizar ao máximo a perda da energia por reflexão dos fotões e por absorção pela pele, pêlo e outros cromóforos indesejáveis (Riegel & Goldbold, 2017).

2.5.1.3. Princípios de segurança e contra-indicações

A laserterapia é descrita como uma das modalidades de tratamento mais seguras no mundo, sendo que os seus efeitos secundários e indesejáveis podem ser evitados por um operador devidamente formado e dotado dos conhecimentos inerentes ao funcionamento de um laser (Enwemeka, 2009; Redondo & Stephens, 2019). Este conceito é facilmente exemplificado na escolha das constantes utilizadas e que seguem a Lei de Arndt-Schultz: uma dose muito baixa pode não provocar uma resposta num tecido-alvo, mas uma dose muito elevada pode inibir a resposta deste mesmo tecido, realçando assim a importância de utilizar uma dose ótima para obter resultados clínicos (Keene, 2014).

Ainda assim, e apesar de a laserterapia se revelar uma opção terapêutica e/ou co-adjuvante para muitas patologias, existem algumas contra-indicações e medidas de segurança a adotar. Em primeiro lugar, destaca-se a mais absoluta contra-indicação na utilização de um laser terapêutico: a exposição aos olhos. A mesma pode e deve ser evitada através de óculos de proteção contra a radiação laser, que devem ser utilizados por todos os presentes na sessão de laserterapia. Por outro lado, existem algumas situações nas quais a sua aplicação é contra-indicada ou desaconselhada pela ausência de registos científicos sobre os seus efeitos – sendo elas: condições oncológicas; o útero gestante; a tireóide; em conjugação com administração intramuscular ou intra-articular de AINES ou cortico-esteróides; em hemorragias ativas; em pacientes com epilepsia (Riegel & Goldbold, 2017; Redondo & Stephens, 2019).

2.5.2. Mecanismo de ação da laserterapia

A fotobiomodulação consiste no aumento natural da função celular através da ação da luz (Redondo & Stephens, 2019), e os seus efeitos terapêuticos têm por base os três acontecimentos celulares resultantes desta interação luz-célula: o aumento da adenosina trifosfato (ATP, do inglês “adenosine triphosphate”) (Amat et al., 2005; Hu et al., 2007), das espécies reativas de oxigénio (ROS, do inglês “reactive oxygen species”) (Lavi et al., 2003; Chen et al., 2011) e do óxido nítrico (NO, do inglês “nitric oxide”) (Moncada & Erusalimsky, 2002; Karu, Pyatibrat & Afanasyeva, 2005; Ball, Castello & Poyton, 2011)

Este fenómeno resulta da interação fundamental da luz LASER com a enzima citocroma C oxidase (CCO) (Figura 7), existente nas mitocôndrias das células (Prindeze, Moffat & Shupp, 2012) e que possui um espetro de absorção entre 500 e 1100 nm (Karu, 1996).

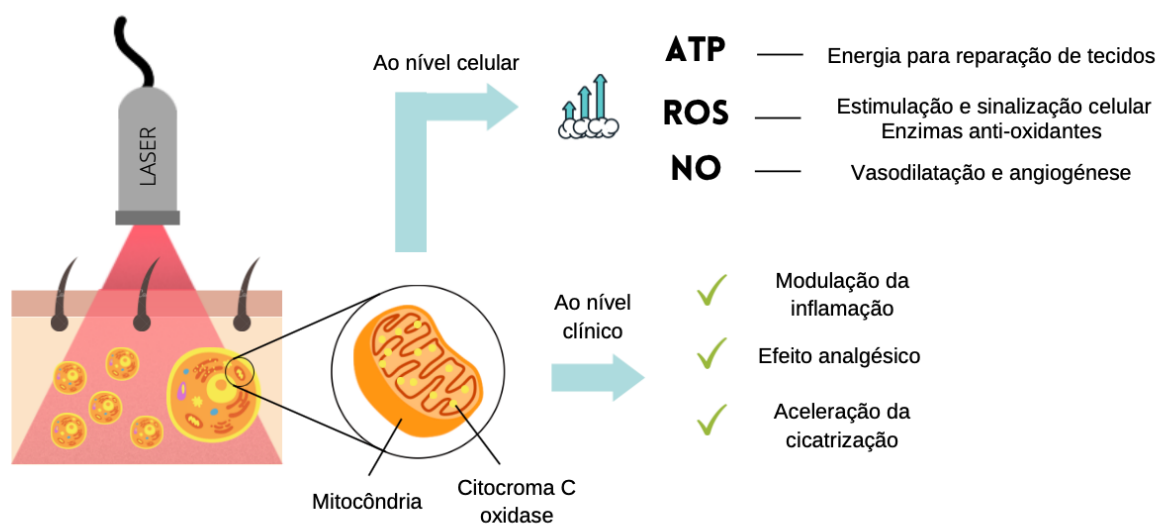


Figura 7: Mecanismo de ação da laserterapia no organismo.

Durante a fosforilação oxidativa, a luz LASER tem a capacidade de acelerar o último passo da cadeia de transporte de eletrões, através da sua ação sobre a CCO (Karu, Pyatibrat & Kolyakov, 2005). Ao absorver esta radiação, a CCO transporta os eletrões de forma mais rápida e, assim, acelera-se também a produção da molécula final deste processo celular: o ATP (Redondo & Stephens, 2019). Esta molécula é, por sua vez, a fonte de energia utilizada pelo organismo para desempenhar várias tarefas, nomeadamente, a reparação de tecidos (Hochman, 2018).

Uma vez que, como anteriormente descrito, a laserterapia promove a aceleração do processo de fosforilação oxidativa, existe também uma maior disponibilidade de eletrões resultantes deste processo (Prindeze et al., 2012). Estes eletrões são utilizados também pelo oxigénio de forma a produzir ROS, nomeadamente peróxidos e superóxidos, em níveis considerados fisiológicos, sub-letais e benéficos. Nestas concentrações, as ROS têm a capacidade de ativar enzimas antioxidantes (Turrens, 2003; Dillenburg, Almeida & Martins, 2014) e detêm propriedades de estimulação e sinalização celular, como o crescimento celular (Lubart, Eicher & Lavi, 2005) e a diferenciação das células estaminais (Tormos, Anso & Hamanaka, 2011).

Por fim, o LASER provoca uma fotodissociação do NO do ião ferro localizado na enzima CCO – processo denominado por nitrólise (Moncada & Erusalimsky, 2002; Ball et al., 2011). Com o aumento da disponibilidade de NO no organismo, ocorrem fenómenos como a

modulação da inflamação e da imunidade, e a promoção da vasodilatação e da angiogénese (Bogdan, 2001). Importa ainda referir que, associado à vasodilatação, ocorre também um aumento da permeabilidade vascular que, por sua vez, é fundamental para a passagem de nutrientes e oxigénio (O₂) para os tecidos. A laserterapia assume um outro papel importante neste processo, uma vez que potencia a dissociação da hemoglobina nos tecidos e, consequentemente, a libertação do O₂ diretamente para os tecidos-alvo (Stephens & Redondo, 2019).

Assim, clinicamente, a laserterapia tem três efeitos principais: modulação da inflamação, redução da dor e aceleração da cicatrização (Chung, Dai & Sharma, 2012).

2.5.2.1. Modulação da inflamação

A cascata inflamatória é caracterizada pela ação de diferentes tipos de células e mediadores inflamatórios, sendo necessária para que o organismo recupere adequadamente da lesão sofrida. No entanto, o prolongamento indesejável desta reação ou uma resposta excessiva originam, frequentemente, uma variedade patologias, desde dor crónica, a doenças autoimunes e degenerativas (Redondo & Stephens, 2019).

Alguns estudos em ratos demonstraram que o LASER terapêutico tem um poder anti-inflamatório com resultados semelhantes a anti-inflamatórios não esteróides (AINEs), como o diclofenac (Albertini et al., 2004; de Almeida et al., 2014) e o meloxicam (Campana, Moya & Gavotto, 1999). A laserterapia consegue modular a inflamação, nomeadamente a quantidade dos seus intervenientes, atuando diretamente nos mediadores inflamatórios. Consequentemente, permite a recuperação mais rápida de um tecido com melhores propriedades (Redondo & Stephens, 2019).

A laserterapia atua sobre duas importantes aminas vasoativas intervenientes no aumento da permeabilidade vascular, a histamina e a serotonina (Redondo & Stephens, 2019). Wu, Zhou & Chen (2010) descreveram o seu efeito no aumento da produção de histamina. Outros autores relataram a influência da laserterapia no aumento dos níveis de serotonina, a qual potencia a analgesia (Ceylan, Hizmetli & Siliğ, 2004; Tomaz de Magalhães, Núñez & Kato, 2016).

A laserterapia foi também descrita como moduladora dos recetores de quinina (Bortone et al., 2008), fundamentais na produção de bradiquinina, a qual é responsável pela quimiotaxia de neutrófilos e de outras células inflamatórias para o local (Redondo & Stephens, 2019). Por outro lado, foi ainda registada a capacidade do LASER terapêutico em diminuir os níveis plasmáticos de fibrinogénio (Campana, Moya & Gavotto, 2003) e a possibilidade de

intervir na modulação da proteína C-reativa, a qual aumenta em resposta ao exercício e *stress* muscular (Leal Junior et al, 2010).

No que respeita à enzima ciclooxigenase-2 (COX-2) e à prostaglandina E₂ (PGE₂), diversos estudos relatam o papel da laserterapia na redução, respetivamente, da sua atividade e da sua produção, tanto no sangue, como no local da inflamação e ainda no sistema nervoso central (Sakurai, Yamaguchi, & Abiko, 2000; Mizutani et al., 2004; Bjordal, Johnson & Iversen, 2006; Prianti, Silva & Feliciano dos Santos, 2014; Rodrigues et al., 2014).

O LASER terapêutico foi descrito como capaz reduzir algumas citocinas pro-inflamatórias, nomeadamente as interleuquinas 1 e 6 (IL-1 e IL-6) e o fator de necrose tumoral (TNF, do inglês “tumoral necrosis factor”) em estudos *in vitro* e *in vivo* (Boschi et al., 2008; Safavi et al., 2008; Sekhejane, Houreld & Abrahamse, 2011; Chen et al., 2014; dos Santos et al., 2014; de Almeida et al., 2014; Manchini et al., 2014;).

Adicionalmente, a laserterapia tem a capacidade de aumentar a produção de ROS, os quais são responsáveis pelo aumento da resposta dos neutrófilos a agentes patogéneos (Lavi et al., 2010; Farivar, Malekshahi & Shiari, 2014; Burger et al., 2015; Cerdeira et al, 2016). Por outro lado, estudos de Ankri et al. (2010) e Mitchell & Mack (2013) demonstraram o aumento de NO com a utilização de laserterapia.

2.5.2.2. Analgesia

A laserterapia é conhecida pelo seu potente efeito analgésico, atuando na transdução, transmissão e modulação da dor (Hochman, 2018). Quanto um estímulo nociceptivo ativa as terminações periféricas dos neurónios aferentes primários, nomeadamente das fibras nociceptoras A-delta e C, as mesmas traduzem-no num impulso elétrico (potencial de ação) – fase de transdução (Cooley, 2015; Yam, Loh & Tan, 2018; Redondo & Stephens, 2019). A este nível, a luz LASER atua em vários intervenientes da dor, nomeadamente pela diminuição de mediadores pro-inflamatórios a nível local e central, como as bradiquininas (Jimbo, Noda & Suzuki, 1998), a interleuquina-1 pro-inflamatória (Lopes-Martins, Albertini & Martins, 2005), a PGE₂ (Sakurai et al., 2000; Mizutani et al., 2004), a COX-2 (Sakurai et al., 2000; Prianti, et al., 2014; Rodrigues et al., 2014), e pela redução da atividade do recetor de quinina (Bortone, 2008). Ainda, aumenta os níveis de NO, provocando vasodilatação e remoção dos mediadores inflamatórios mencionados (Ball et al., 2011).

Seguidamente, ocorre a fase de transmissão, na qual os neurónios aferentes primários (com fibras nociceptoras A-delta e C) conduzem o sinal elétrico até ao corno dorsal da medula espinal. (Cooley, 2015; Yam et al., 2018). Nesta fase, a laserterapia bloqueia a despolarização das fibras C aferentes (Wakabayashi, Hamba & Matsumoto, 1993),

aumentando, ainda, o potencial de ação das células nervosas (Cambier et al., 2000). A transmissão inclui ainda a passagem do sinal ao longo do trato espinotalâmico até ao cérebro, através dos neurónios aferentes de segunda ordem – sendo este percurso designado de projeção (Cooley, 2015; Yam, et al., 2018).

Por fim, ocorre a fase de modulação, em que há uma transformação excitatória ou inibitória do sinal no corno dorsal da medula, condicionando o impulso que chega ao cérebro (Cooley, 2015). A laserterapia demonstra a capacidade de produção de beta-endorfinas para atenuar o sinal da dor (Laakso, Cramond & Richardson, 1994). Outros dados mostram ainda que diminui os níveis de substância P, um neurotransmissor envolvido na modulação do sinal da dor e responsável por fatores como a sensibilização, a hiperalgesia e a alodínia, e responsável pela excitação das fibras C aferentes na raiz do gânglio dorsal (Hsieh, Hong & Chou, 2015). Ainda no que respeita à modulação da dor, apesar de não existir um consenso, autores como Hagiwara, Iwasaka & Okuda (2007) e Meireles et al. (2012) sugerem que a laserterapia induz a produção de ópioides endógenos, enquanto outros consideram que este efeito ocorre apenas numa pequena janela terapêutica (Bjordal et al., 2016).

O culminar desta três fases representa a “percepção” da dor, definida como uma experiência de consciencialização, caracterizada pelo reconhecimento da dor (Cooley, 2015).

2.5.2.3. Cicatrização

A cicatrização de feridas é a área mais estudada até à data na laserterapia. Os seus resultados promissores foram o ponto de partida para o estudo desta modalidade de tratamento noutras patologias, onde os mesmos mecanismos da cicatrização são fundamentais à recuperação dos tecidos – como nas ruturas de músculos, tendões e ligamentos (Pryor, 2015).

Na fase inflamatória da lesão, a laserterapia induz o aumento da atividade dos macrófagos (Dube, Bansal & Gupta, 2003), importantes no desbridamento da MEC danificada, e que também contribuem para o início da angiogénese e proliferação celular (Dahlgren, 2007). Adicionalmente, como demonstrado por Pires et al. (2011), a laserterapia tem a capacidade diminuir a expressão da COX-2 e de mediadores pro-inflamatórios no tendão.

A base da reparação dos tendões e ligamentos prende-se com a replicação dos fibroblastos e com a produção de colagénio (Redondo & Stephens, 2019). Fung, Ng & Leung (2002), Oliveira et al. (2009), Wood et al. (2010) e Guerra et al. (2013), demonstraram que a laserterapia tem a capacidade de aumentar a proporção de colagénio tipo I e de melhorar o alinhamento das fibras, conferindo uma maior força tênsil a estas estruturas.

Guerra et al. (2013), demonstraram ainda que a laserterapia exerce um efeito de remodelação da MEC, por meio da ativação da MMP-2, uma das principais enzimas da reparação dos tendões, responsável por degradar elementos desta matriz (Oshiro et al., 2003). Tsai et al. (2012) descrevem também um aumento da migração dos tenócitos, mediada por uma proteína denominada dinamina 2.

Por outro lado, e como mencionado anteriormente, a laserterapia promove a vasodilatação e o fluxo sanguíneo, um aspeto fundamental na cicatrização de tendões e ligamentos (Redondo & Stephens, 2019).

2.5.3. Laserterapia de alta-intensidade

A laserterapia de alta-intensidade (HILT, do inglês “high-intensity laser therapy”) é uma das componentes evolutivas da laserterapia (Fortuna, 2017), sendo uma modalidade de tratamento muito requerida nos protocolos de fisioterapia humana (Kim, Choi & Lee, 2016; Conforti & Fachinetti, 2013; Ezzari, Fekrazad & Raoufi, 2019), mas também cada vez mais utilizada em equinos (Pluim, 2019). Apesar dos lasers de alta-intensidade serem utilizados para cirurgia durante muitos anos, as suas propriedades bioestimuladoras começaram a ser reportadas na última década (Fortuna, 2017).

A HILT diferencia-se por utilizar potências altas (superiores a 500 mW), possibilitando que o feixe de luz LASER atinja estruturas mais profundas (Fortuna et al., 2017) e, desta forma, que o efeito da radiação em profundidade seja estável e alcançado num menor intervalo de tempo (Ezzati et al., 2020). Assim, esta terapia torna-se particularmente interessante para o tratamento de patologias músculo-esqueléticas e de tecidos em maior profundidade. Estes lasers possuem uma radiância (“intensidade”) pulsada ou superpulsada alta, caracterizada por pulsos muito energéticos (Fortuna, 2017).

A LLLT (com potência inferior a 500 mW) demonstra resultados provenientes de efeitos maioritariamente fotoquímicos, que dizem respeito à ação do LASER sobre as mitocôndrias e que culminam na ativação da cadeia oxidativa, como anteriormente descrito. A HILT acrescenta a este, os efeitos fototérmico e fotomecânico (Abergel, Lyons & Castel, 1987; Fortuna, 2017).

O efeito fototérmico advém da fotoexcitação dos tecidos, resultando na produção de energia térmica ou seja, de calor. O calor é utilizado como co-adjuvante no tratamento de patologias musculares, articulares e de tecidos moles. O aumento da temperatura aumenta a taxa metabólica, a extensibilidade dos tecidos e a atividade de enzimas como a colagenase (Fortuna, 2017). O efeito fototérmico intervém ainda na circulação sanguínea por meio da vasodilatação (Fortuna, 2017). A diferença de temperatura gerada numa determinada área é

responsável por aumentar a circulação local (Redondo & Stephens, 2019) que, por sua vez, contribui para um maior aporte de oxigénio e nutrientes e, consequentemente, para uma regeneração mais rápida dos tecidos (Godlweska, Soroko & Zielińska, 2020). O recente estudo de Godlweska et al. (2020) demonstrou um aumento do diâmetro do ramo cranial da veia safena medial e da temperatura na região da articulação do tarso, em cavalos saudáveis, com a utilização da HILT.

Os efeitos fotomecânicos são o resultado de impulsos de curta duração com picos elevados de potência, que vão até 3000 W durante 100-200 microsegundos. Estes picos não provocam citólise, mas induzem ondas de pressão com efeitos estimuladores nos tecidos (Fortuna, 2017). Este estímulo mecânico é apelidado de “efeito fotoacústico” e permite a estimulação do metabolismo, proliferação e diferenciação celulares (Fortuna & Masotti, 2010).

2.5.3.1. HILT na medicina desportiva de equinos

A HILT é bastante utilizada no ramo da medicina desportiva de equinos para tratamento de lesões de tecidos moles e articulares, apesar de existirem poucos registos com evidência científica, nesta espécie, que acompanhem a sua popularidade (Anderson, 2016).

O estudo de Fortuna et al., publicado em 2002, foi um dos pioneiros na descrição dos efeitos da HILT no tratamento de tecidos moles em 79 cavalos de desporto. Num estudo que integrava o TFDS, o TFDP e o LSB, os autores registaram uma percentagem de 20% de recidiva de lesão no grupo de tratamento HILT, em contraste com 40% no grupo de controlo. O número de dias para obter a resolução ultrassonográfica da lesão, o grau de claudicação, o efeito sobre a mineralização e a formação de aderências nos tecidos, foram outros critérios que demonstraram diferenças positivas no grupo tratado com o LASER de alta-intensidade.

Em 2018, um estudo de Plum et al. descreveu os efeitos a curto e longo prazo da HILT em 150 cavalos com tendinopatias ou desmopatias, no qual ocorreu uma melhoria estatisticamente significativa do grau de claudicação e do grau ultrassonográfico das lesões após o tratamento. Registaram-se, ainda, médias de 6 semanas e 6 meses para o retorno ao exercício e ao nível de *performance* anterior, respetivamente.

Em 2019, Quiney, Murray & Dyson, publicaram um *case report* de dois cavalos de competição com desmopatia no ligamento colateral medial do carpo, cujo tratamento passou pela utilização da HILT aliado a um protocolo de mobilização dinâmica do membro afetado. Apesar de não ser possível retirar conclusões sobre a eficácia individual da HILT, foram registados bons resultados, incluindo o retorno dos cavalos ao regime de competição.

Zielińska et al. (2020) desenvolveram um estudo sobre os efeitos da HILT no tratamento de tendinopatias e desmopatias numa população de 26 cavalos de desporto, com

um total de 29 lesões. Ao contrário do estudo de Pluim et al. (2018), este trabalho recorreu unicamente à modalidade de laserterapia e contemplou um grupo controlo. Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre os dois grupos no grau de dor, na redução da tumefação, no grau de claudicação e na percentagem de lesão à ecografia, sendo o grupo .

Em Setembro do mesmo ano, Pluim et al. (2020) publicaram o primeiro estudo controlado padronizado sobre a utilização da HILT nos ramos do LSB. O estudo contemplou uma amostra de 12 cavalos saudáveis aos quais esta lesão foi induzida por cirurgia nos 4 membros e, posteriormente, submetida a um protocolo de laserterapia diário em 2 deles, durante 4 semanas. Os outros dois membros de cada cavalo foram utilizados para formar o grupo de controlo. Na ecografia, destacou-se a diminuição do tamanho das lesões nos cavalos avaliados a longo prazo, o menor aumento de tamanho das lesões nos casos tratados e avaliados a curto prazo quando comparados aos controlos e, por fim, o aumento do sinal *doppler* nas lesões tratadas face às lesões de controlo. Já na ressonância magnética, o tamanho das lesões demonstrou-se menor nas lesões tratadas do que nas lesões controlo.

As doses e constantes utilizadas em todos os estudos acima descritos encontram-se sumarizadas no Apêndice I.

2.5.3.2. Multiwave-Locked System® (MLS): LASER Mphi 25 W MLS

Atualmente, existem lasers que utilizam vários comprimentos de onda com diferentes modos de emissão em simultâneo, com o objetivo de alcançar resultados clínicos consistentes (Riegel & Godbold, 2017). A MLS® (“Sistema Bloqueado de Multi-ondas”, do inglês “Multiwave-Locked System®”) é um sistema de laserterapia, fabricado e patenteado pela ASALASER, com um feixe com duas emissões simultâneas: uma com potência de um LASER LLLT e outra com as características de um HILT (ASALASER, 2021).

O Mphi 25 W MLS® é um LASER de classe IV, com dois díodos que operam em simultâneo. O primeiro com 905 nm e com um pico de potência de 25 W, opera sempre em modo pulsado, com um intervalo de frequência entre 1 e 2000 Hz, variando consoante esse valor, a potência média emitida. O segundo díodo possui 808 nm e pode operar em modo contínuo e pulsado. No modo contínuo utiliza 1.1 W de potência e no modo pulsado produz 550 mW de potência média, opera entre 1 e 2000 Hz, com um rácio de trabalho de 50% independentemente da frequência utilizada (Monici et al., 2018).

Vignali, Caruso & Gervasi (2017), reportaram a utilização do Mphi 25 W MLS® no tratamento de várias tendinopatias em humanos, utilizando a escala visual analógica (“VAS”, do inglês “visual analogue scale”), mas apenas o grupo de lesões do joelho obteve um resultado estatisticamente significativo. Já em 2019, um estudo registou que em 235 pessoas

com alterações músculo-esqueléticas tratadas com o LASER MLS, ocorreu um decréscimo de 46% e 55% na dor reportada após, respetivamente, 3 e 6 sessões de laser (Blecins, Simoncic & Kiburz, 2019). Os estudos com a MLS nesta área clínica revelaram-se também promissores no aumento da função dos mioblastos, podendo, assim, favorecer a sua diferenciação e a recuperação de danos musculares (Vignali, Cialdi & Monici, 2011).

Em 2015, Iacopetti et al. publicaram um estudo piloto sobre o efeito da tecnologia MLS® no tratamento de lesões do TFDS induzidas em seis ovelhas. O grupo de tratamento apresentou diminuição da inflamação, maior uniformidade e organização na reparação dos tecidos e ligeira melhoria no alinhamento das fibras de colagénio dos tendões.

Em 2018, Monici et al. estudaram a profundidade de penetração do LASER Mphi 25 W MLS® num modelo de tendão de cavalo, nomeadamente no LSB e no TFDS. Este estudo apurou esta variável de tratamento especificamente para dois tendões e propôs um modelo para quantificar a profundidade deste tipo de tecidos.

II – DESCRIÇÃO DE CASOS CLÍNICOS

1. Objetivo

O presente trabalho pretende relatar e discutir quatro casos clínicos de equinos com lesões do TFDS e do LSB nos MA, tratados com um LASER de classe IV. Os casos foram acompanhados entre os meses de Outubro de 2020 e Março de 2021, na Equimuralha e nas instalações dos proprietários dos equinos em causa.

2. Materiais e métodos

Quatro casos clínicos de equinos com desmopatias e tendinopatias, localizadas na extremidade distal dos membros anteriores foram selecionados para a elaboração deste trabalho. Os casos analisados perfizeram um total de duas lesões do TFDS e cinco lesões do LSB, os quais incluíam, uma lesão da origem, três lesões dos ramos e uma lesão do corpo e ramo. Cinco das lesões encontravam-se numa fase aguda, sendo duas delas recidivas, e duas das lesões encontravam-se em fase crónica. Todos os equinos foram sujeitos a um protocolo de laserterapia com o laser Mphi Vet MLS[®], da ASALASER (Figura 8 A).

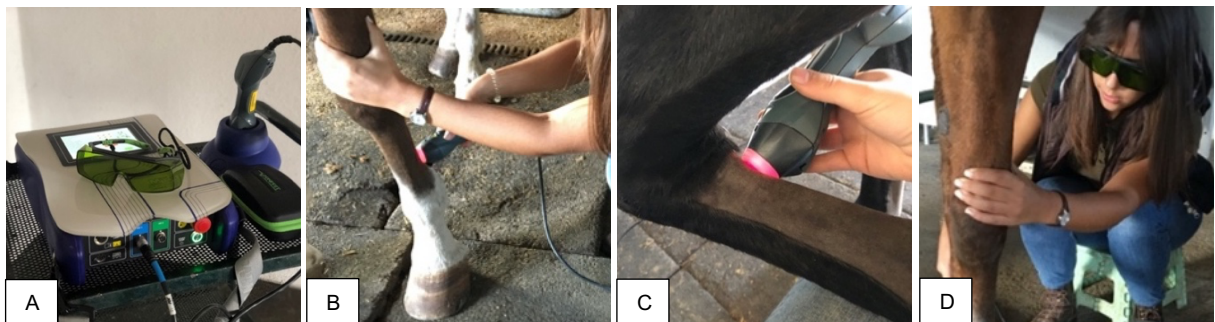


Figura 8: Sessões de laserterapia. A) Sistema de laserterapia MLS[®]. B) Laser aplicado com a técnica de varrimento e em contacto com a pele, com o membro em estação. C) Laser aplicado à região da origem do LSB, com o membro fletido. D) Óculos protetores para radiação LASER de classe IV.

O protocolo de laserterapia implementado em cada caso foi ajustado ao número de sessões aceitáveis monetária e logisticamente para o proprietário, variando, assim, entre 8 ou 16 sessões e correspondendo, respetivamente, a casos tratados em regime ambulatorio e a equinos internados nas instalações da Equimuralha.

O LASER foi aplicado com os membros em estação e em contacto com a pele tosquiada e limpa, utilizando uma técnica de varrimento ao longo da região a tratar (Figura 8

B). A exceção ocorreu no tratamento da origem do LSB, no qual o membro era colocado sem apoio e fletido, permitindo um maior alcance da radiação laser na região (Figura 8 C). O tempo (minutos e segundos) e a potência (Watts) a que trabalha cada díodo eram ajustados automaticamente pela máquina ao ser inserida a dose (J/cm^2), frequência (Hz) e área (cm^2) pretendida no programa selecionado. A área era um parâmetro estimado e que variava de indivíduo para indivíduo, uma vez que se relaciona com o tamanho da lesão. A tonalidade da pele do indivíduo era indicada, selecionando a opção “W” (*White*) ou “B” (*Black*), sendo que o aparelho ajustava automaticamente a intensidade (%) da radiação. Para a tonalidade clara (opção “W”) a intensidade correspondia a 100%, enquanto para a tonalidade escura (opção “B”) a intensidade era ajustada para 75%.

Durante os tratamentos, foram utilizados os modos pulsado e contínuo, correspondentes no aparelho à emissão de *frequency pulsed waves* (FPW) e *continuous pulsed waves* (CPW).

Aquando da aplicação da laserterapia, foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPI), nomeadamente óculos protetores para radiação LASER de classe IV, incluídos no equipamento (Figura 8 D).

O acompanhamento da evolução dos casos foi realizado através da avaliação de três indicadores de lesão de tecidos moles: grau de dor, grau de claudicação e imagem ecográfica da lesão. Estes foram avaliados, sempre que possível, ao diagnóstico (T1), sensivelmente na quarta sessão do protocolo de ambulatório ou na oitava sessão do protocolo de tratamento (a meio do protocolo de laserterapia – T2), entre 1 a 5 dias após a última sessão de tratamento (T3) e, por fim, cerca de 30 dias após o fim do tratamento (T4). No entanto, num dos casos apenas foi possível realizar a avaliação T1 e T3.

A dor foi avaliada pelo médico-veterinário assistente, recorrendo à palpação da(s) estrutura(s) lesionadas, sendo atribuído um grau consoante a resposta do cavalo, baseado na escala de dor ortopédica desenvolvida por Bussièrès et al. (2008) e descrita na Tabela 2.

Tabela 2: Escala de classificação da dor do sistema locomotor (Adaptado de Bussièrès et al., 2008).

GRAU	DESCRIÇÃO DA DOR
0	Sem reação à palpação – sem dor.
1	Reação leve à palpação, caracterizada por contração muscular e ligeiro movimento do membro – dor ligeira.
2	Resistência à palpação, quando o cavalo fica relutante a levantar o membro ou quando o afasta/puxa – dor moderada.
3	Reação violenta caracterizada por reação nervosa – dor severa.

A claudicação foi avaliada utilizando a escala de claudicação criada pela *American Association of Equine Practitioners* (AAEP), em vigor desde 1999 e utilizada de forma consensual por médicos veterinários de todo o mundo. A escala utiliza 6 graus de classificação e está representada na Tabela 2. Os cavalos eram observados em piso mole, piso duro, em linha reta e em círculo. Ainda, foi realizada uma flexão passiva e dinâmica dos membros suspeitos de estarem lesionados.

Tabela 3: Escala de classificação de claudicação (Adaptado de AAEP, 1999).

GRAU	DESCRIÇÃO DA CLAUDICAÇÃO
0	Claudicação não perceptível em qualquer circunstância.
1	Claudicação difícil de observar e não é consistentemente aparente, independentemente das circunstâncias (montado, em círculo, piso duro, entre outros exemplos).
2	Claudicação difícil de observar a passo ou a trotar em linha reta, mas consistentemente aparente em determinadas circunstâncias (em apoio, círculos, piso duro, entre outros exemplos).
3	Claudicação constantemente observável a trote em qualquer circunstância.
4	Claudicação visível a passo.
5	Claudicação com o apoio mínimo do membro em movimento e/ou em repouso ou completa incapacidade para se mover.

A ecografia das estruturas foi realizada utilizando um ecógrafo SonoSite Edge II da FUJIFILM e uma sonda linear, acoplado um *standoff* com gel de ultrassom, quando considerado necessário para melhor visualização. Os membros foram avaliados em estação, à exceção da lesão da origem do LSB, que foi avaliada com membro sem apoio para permitir o relaxamento dos tecidos e uma melhor visualização da região em causa.

A avaliação ultrassonográfica foi realizada com base numa escala ecográfica desenvolvida por Ramzan et al. (2013). Esta escala baseia-se na avaliação da ecogenecidade e do padrão de alinhamento das fibras da estrutura, bem como da existência de regiões de rutura fibrilar (Tabela 3). A avaliação ecográfica foi sempre realizada em corte longitudinal e em corte transversal. O médico veterinário assistente avaliou, de forma objetiva, o grau que considerou apropriado a cada uma das ecografias e descreveu as alterações consideradas relevantes.

Tabela 4: Escala de avaliação ecográfica de tendões e ligamentos (Adaptado de Ramzan et al., 2013).

GRAU	DESCRIÇÃO DA ECOGRAFIA
0	Ecogenecidade normal e padrão homogêneo das fibras.
1	Regiões com hipoecogenecidade ligeira/leve e ou/ sinais subtis de padrão irregular das fibras.
2	Regiões extensas de hipoecogenecidade ligeira/leve ou regiões de ecogenecidade heterogênea moderada e/ou pequenas ruturas focais do padrão das fibras.
3	Regiões de rutura marcada do padrão das fibras, grandes defeitos anecóicos "do núcleo" (<i>core defects</i>).

Em nenhum dos equinos foi realizado qualquer procedimento considerado indispensável ao seu tratamento e todos os procedimentos foram realizados no âmbito do tratamento clínico dos animais. Todos os dados posteriormente descritos foram recolhidos das fichas clínicas da Equimuralha e das fichas individuais de laserterapia feitas pela autora e que descrevem a evolução de cada caso (Apêndice II). As imagens ultrassonográficas e os protocolos de laserterapia apresentados foram gentilmente cedidos, respetivamente, pelo Dr. Tomé Fino e pela Dr.^a Mafalda Vaz Pinto.

3. Casos clínicos

3.1. Caso clínico 1

3.1.1. Anamnese e história clínica

Égua de 13 anos, *Warmblood*, a competir na modalidade de *Dressage*, apresentou-se em consulta devido a claudicação grave do membro anterior direito (MAD). O proprietário referiu que a claudicação e desconforto foram observadas ao retirar a égua do *paddock* no dia anterior. Não foram referidos outros episódios de desconforto ou claudicação anteriores a este momento, com sede no MAD.

A égua apresentava história clínica de síndrome navicular bilateral nos membros anteriores e desmopatia crónica do ramo lateral do LSB do membro anterior esquerdo (MAE), ambas monitorizadas pelo médico veterinário e sem manifestação clínica à data da consulta.

3.1.2. Apresentação clínica

No exame estático, registou-se a presença de edema lateral e palmar moderado na região da canela do MAD. À palpação do LSB, verificou-se a presença de dor, nomeadamente na região da bifurcação do corpo e no ramo lateral, a qual foi classificada como um grau 2/3 (Bussièrès et al., 2008).

No exame dinâmico, observou-se uma claudicação evidente do MAD a trote no piso duro e no piso mole, em reta e em círculos para ambas as mãos, marcada por um golpe de cabeça. Esta claudicação era mais acentuada no círculo em piso mole para a esquerda. A flexão dinâmica do mesmo membro foi considerada positiva. Perante estas observações, foi atribuído um grau 3/5 a esta claudicação (AAEP, 1999).

3.1.3. Diagnóstico

Não foram realizados bloqueios anestésicos, procedendo-se, de imediato, à ecografia da região sensível e edemaciada. À ecografia, foi observada uma desmite moderada a severa que compreendia a região da bifurcação do corpo, prolongando-se pelo ramo lateral do LSB do MAD, com cerca de 50 a 60% de estrutura lesionada (Figura 9 A). Ainda, visualizou-se um aumento marcado do tamanho da estrutura, acompanhado de perda considerável da ecogenecidade e da alteração do padrão estrutural das fibras. Assim, foi atribuído um grau 3/3 à ecografia (Ramzan et al., 2013).

3.1.4. Plano de tratamento e evolução

Em conjunto com o proprietário, foi decidido transferir a égua para as instalações da Equimuralha durante um período de cerca de quatro semanas, de modo a ser realizado o tratamento com um protocolo de 16 sessões de laserterapia de alta-intensidade (Tabela 5). Ainda, foi implementada, desde o dia da consulta, terapêutica anti-inflamatória endovenosa a cada 24 horas com fosfato sódico de dexametasona (Caliercortin®), durante 4 dias: 20 mg no primeiro e 10 mg no segundo, terceiro, e quarto dia.

Tabela 5: Protocolo de laserterapia de 16 sessões.

Semana	Nº de sessões	Programa	Dose (J/cm ²)	Onda	Frequência (Hz)
1	1	Edema	6	FPW	25
	1	Dor Aguda	6	FPW	25
	2	Tendinite Aguda	8	FPW	50
2	2	Tendinite Crónica	8	CPW	-
	2	Tendinite Crónica	10	CPW	-
3	4	Tendinite Crónica	10	CPW	-
4	4	Tendinite Crónica	10	CPW	-

O protocolo de laserterapia teve início ao quarto dia após a consulta, e foi realizado nas instalações da Equimuralha. Durante este período, a égua permaneceu em *paddock* e foram colocadas ligaduras de descanso durante a noite, que já eram utilizadas em casa. Durante as quatro semanas de tratamento, a égua era passeada todos os dias à mão, durante cerca de 10 minutos na primeira semana e aumentando 5 minutos por semana esta rotina.

A meio do tratamento (T2), na oitava sessão, procedeu-se à reavaliação da dor na região do corpo e ramo do LSB, que se revelou ainda sensível à palpação (grau 1/3) (Bussièrès et al., 2008); e quanto à claudicação, que foi classificada com um grau de 0/5 (AAEP, 1999). Também foi realizada uma nova ecografia da região, tendo-se verificado que se mantinha uma zona anecogénica proximal à bifurcação do corpo do LSB. Na região máxima de lesão, no ramo lateral, registou-se um aumento da ecogenecidade, mantendo-se ainda uma zona anecogénica que abrangia, aproximadamente, 15% da estrutura (Figura 9 B), pelo que foi atribuído um grau 2/3 à imagem ultrassonográfica (Ramzan et al., 2013).

Cerca de quatro semanas depois da sua entrada nas instalações da Equimuralha, deu-se por terminado o protocolo de laserterapia e a égua teve alta médica e regressou a

casa. Cinco dias mais tarde procedeu-se à reavaliação do caso (T3), para averiguar a possibilidade iniciar um programa de reabilitação. A nível clínico, a égua não demonstrou sinais de dor à palpação do corpo e ramo do LSB (grau 0/3) (Bussières et al., 2008) e não foi visualizada claudicação em qualquer circunstância (grau 0/5) (AAEP, 1999). À ecografia, registou-se uma melhoria considerável da ecogenecidade do corpo e ramo lateral do LSB (Figura 9 C). No entanto, mantinham-se pequenas zonas hipoecogénicas na região da bifurcação do corpo e a meio do ramo lateral, sendo mantida a atribuição do grau 2/3 à imagem ultrassonográfica (Ramzan et al., 2013). Considerou-se, de um ponto de vista geral, uma diminuição da área da lesão e uma evolução favorável do caso.

Após comunicação do progresso e do estado atual do caso com o proprietário, foi decidido prosseguir com um plano de reabilitação em casa, esquematizado na tabela 6.

Tabela 6: Plano de reabilitação implementado após a laserterapia.

Semana	Andamento (minutos)	Notas
1	Passo (60 min.)	Diário e montado
2	Passo (30 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (25 min.)	Diário e montado
3	Passo (30 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
4	Passo (20 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
5	Passo (15 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
6	Passo (15 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (15 min.)	Diário e montado
7	Passo (15 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (15 min.)	Diário e montado

Cerca de um mês após o fim do tratamento de laserterapia (T4) foi realizada uma reavaliação do caso. O proprietário referiu que a égua se mostrava confortável em relação ao programa de reabilitação em curso e não apresentava dor à palpação da região. A avaliação estática e locomotora não revelou sinais de dor à palpação (grau 0/3) (Bussi res et al., 2008), nem de claudicação (grau 0/5) (AAEP, 1999).   ecografia, observou-se uma evolução positiva da lesão, com um aumento da ecogenecidade e um aspeto mais homog  neo do ramo (Figura 9 D), sendo, assim, atribuído um grau 1/3   ecografia.

Considerou-se que o caso teve uma evolução favorável e que se mantinham as condições para continuar o trabalho gradualmente. A  gua não apresentou mais queixas at  o ao fim do plano de reabilitação, tendo retomado o trabalho regular e gradual. Abaixo, podem observar-se algumas imagens ultrassonográficas da evolução da lesão (Figura 9).

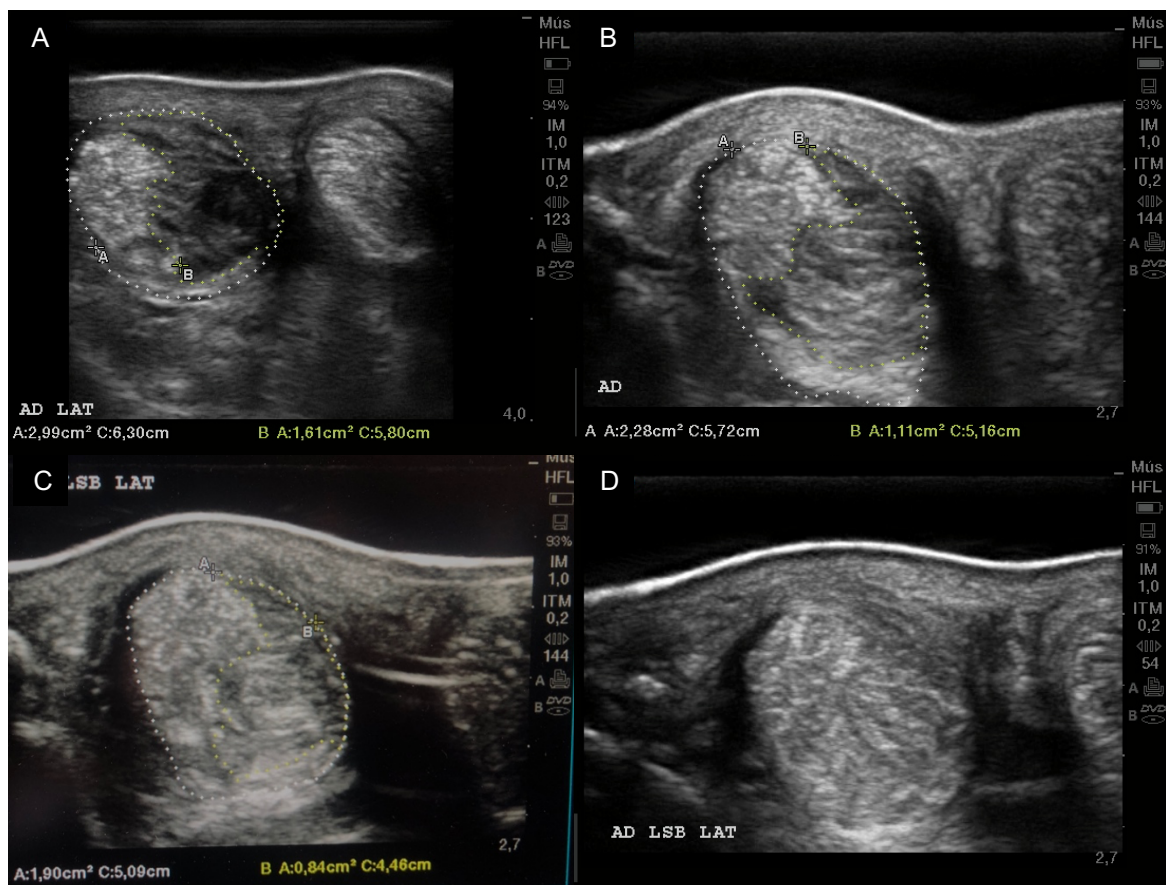


Figura 9: Evolução da desmitite do LSB do MAD do caso clínico 1, desde a bifurcação do corpo at  o ao ramo lateral inclusive. Observa-se a região máxima de lesão, no ramo lateral, em corte transversal (A). Estas imagens correspondem ao diagnóstico (A), a cerca de meio do tratamento (B), a depois do tratamento (C) e a 1 m  s após o fim do tratamento (D) (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

3.1.5. Follow-up

A égua retomou gradualmente o seu trabalho, sem restrições e sem mais queixas ou recidivas. Ao longo dos meses, em contexto de deslocação à propriedade para outras consultas, o proprietário referiu sempre que a égua se mantinha confortável e em boa forma.

Até à data, a égua não apresentou mais sinais clínicos e mantém-se saudável, tendo inclusive retornado à competição de ensino.

3.2. Caso clínico 2

3.2.1. Apresentação e história clínica

Égua de 9 anos, cruzada, de lazer, apresentou-se em consulta devido a claudicação grave do membro anterior esquerdo (MAE), alguns dias após ter participado numa caçada às lebres no campo. O proprietário referiu que foi durante este evento que a égua começou a claudicar e, por isso, ao retornar a casa, foi-lhe administrada flunixinina meglumina (Finadyne® 50 mg/ml) endovenosa, a cada 24 horas, durante dois dias, na dose de 1,1 mg/kg. A claudicação manteve-se, não havendo mudanças no seu padrão.

Não é conhecido o historial clínico desta égua, uma vez que esta foi a primeira vez que se apresentou em consulta.

3.2.2. Apresentação clínica

No exame estático registou-se um aumento de tamanho e a presença de dor marcada à palpação do TFDS do MAE (grau 3/3) na zona proximal do metacarpo, prolongando-se pela região do canal do carpo (Bussi res et al., 2008). Ainda, denotou-se uma efusão marcada do canal do carpo, associada a sensibilidade ligeira na flexão passiva do carpo do MAE. Observou-se, ainda, um ligeiro aumento de tamanho de ambos os ramos laterais do LSB dos membros anteriores. Ao contrário do MAD, o ramo lateral do LSB do MAE apresentava ligeira dor   palpa o, classificada com o grau 1/3 (Bussi res et al., 2008).

No exame dinâmico, observou-se uma claudica o do MAE evidente a passo e muito acentuada a trote em piso duro e linha reta, com diminui o da face cranial e caudal da passada, sendo atribuído um grau de 4/5 a esta claudica o (AAEP, 1999). A flexão dinâmica deste membro foi positiva. Contudo, não foi possível avaliar a claudica o em piso mole por inexistência do mesmo.

3.2.3. Diagnóstico

Primeiramente, foram realizados os bloqueios digital palmar e abaxial com cerca de 2ml mepivacaína a 2% por cada ponto, ambos parcialmente positivos, tendo sido considerado que houve uma melhoria na claudicação de 20-30% após estes dois bloqueios anestésicos.

Posteriormente, foi realizada uma ecografia a toda a região sensível do MAE e observou-se uma tendinite moderada do TFDS desde a região do canal do carpo, afectando a transição musculotendínea da estrutura, até meio do metacarpo (Figuras 11 A e 12 A e B), sendo classificada com um grau de 3/3 à ecografia (Ramzan et al., 2013). Observou-se, também, efusão moderada do canal do carpo (Figura 10).

De seguida, continuou-se a avaliação ultrassonográfica dos membros anteriores, onde foram observadas desmites dos ramos laterais do LSB com rutura marcada de fibras (Figura 13). No MAE registou-se uma lesão aguda e no MAD uma lesão crónica, classificadas quanto à imagem, respetivamente, com os graus 2/3 e 3/3 (Ramzan et al., 2013). A lesão do MAD caracterizava-se ainda pela presença de muita fibrose (Figura 13 B e E).

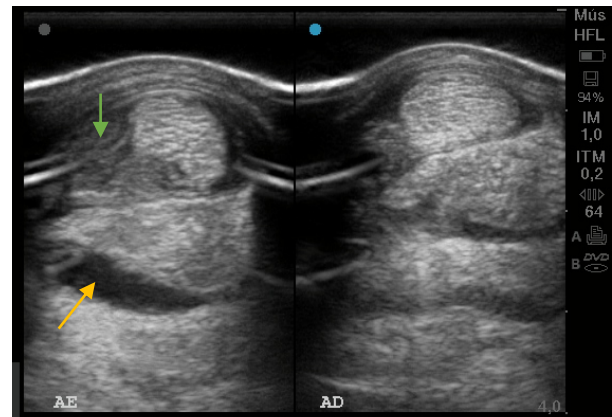


Figura 10: Tendinite moderada do TFDS do MAE (seta verde) e efusão do canal do carpo (seta amarela) (Imagem cedida pelo Dr. Tomé Fino).

Assim, concluiu-se que a égua apresentava lesões agudas do TFDS e do LSB no MAE e uma lesão crónica do LSB no MAD.

3.2.4. Plano de tratamento e evolução

Por se tratar de uma égua de lazer, o proprietário não demonstrou abertura à realização de tratamentos complexos, tendo, no entanto, acordado realizar 8 sessões de laserterapia em regime ambulatorio (Tabela 6,) tanto para a o TFDS como para os ramos laterais do LSB. Iniciou-se, também, a administração de medicação anti-inflamatória endovenosa a cada 24 horas, com fosfato sódico de dexametasona (Caliercortin®), durante 4 dias: 20 mg no primeiro e 10 mg no segundo, terceiro e quarto dia.

Cinco dias após o diagnóstico das lesões, teve início o protocolo de laserterapia. A égua permaneceu em boxe e no fim da segunda semana foi incentivada a realização de passeios diários a passo e à mão, uma vez que já se demonstrava confortável a passo. Foi recomendado iniciar esta rotina com passeios de 10 minutos durante uma semana, aumentando 5 minutos por semana. Por motivos logísticos, não foi possível realizar uma avaliação locomotora e ecográfica a meio do tratamento (T2). No entanto, nesta fase, a égua

mantinha-se com um grau de dor de 2/3 no TFDS e de 0/3 em ambos os ramos laterais do LSB, avaliados na quarta sessão de laserterapia (T2) (Bussi res et al., 2008).

Tabela 7: Protocolo de laserterapia de 8 sessões.

Semana	N� de sessões	Programa	Dose (J/cm ²)	Onda	Frequência (Hz)
1	1	Dor Aguda	6	FPW	25
	1	Tendinite Aguda	8	FPW	50
2	1	Tendinite Crónica	8	CPW	-
	1	Tendinite Crónica	10	CPW	-
3	2	Tendinite Crónica	10	CPW	-
4	2	Tendinite Crónica	10	CPW	-

Seis dias após o fim do tratamento (T3), a água apresentava-se mais confortável   palpação, mas ainda com sensibilidade ligeira no TFDS, registando um grau de dor 1/3 (Bussi res et al., 2008). Ao exame dinâmico, foi registada uma claudicação de 1/5 do MAE, com uma flexão dinâmica ligeiramente positiva do mesmo membro (AAEP, 1999). No exame ultrassonográfico, observou-se uma ligeira evolução da lesão do TFDS que, apesar de não se mostrar ainda preenchida, evidenciava um prognóstico favorável pelo preenchimento gradual das fibras da região (Figura 12 C e D). No entanto, por ainda existir uma porção anecog nica extensa, a ecografia desta região manteve o grau ultrassonográfico 3/3 (Ramzan et al., 2013).

No que respeita aos ramos laterais do LSB, ambos se apresentavam sem dor   palpação, registando assim um grau de dor 0/3 (Bussi res et al., 2008). Observou-se uma evolução positiva na imagem ultrassonográfica da lesão do MAE, correspondente ao preenchimento da região anteriormente caracterizada pela zona hipoecog nica com rutura marcada de fibras (Figura 14). Pelo contrário, não se notaram diferenças consideráveis na imagem da lesão do MAD (Figura 15). Assim, foram atribuídas às ecografias dos ramos laterais do LSB do MAE e MAD, respetivamente, os graus 1/3 e 2/3 (Ramzan et al., 2013).

Abaixo, podem observar-se algumas imagens ultrassonográficas da evolução das três lesões em causa (Figura 11, 12, 13 e 14 e 15).

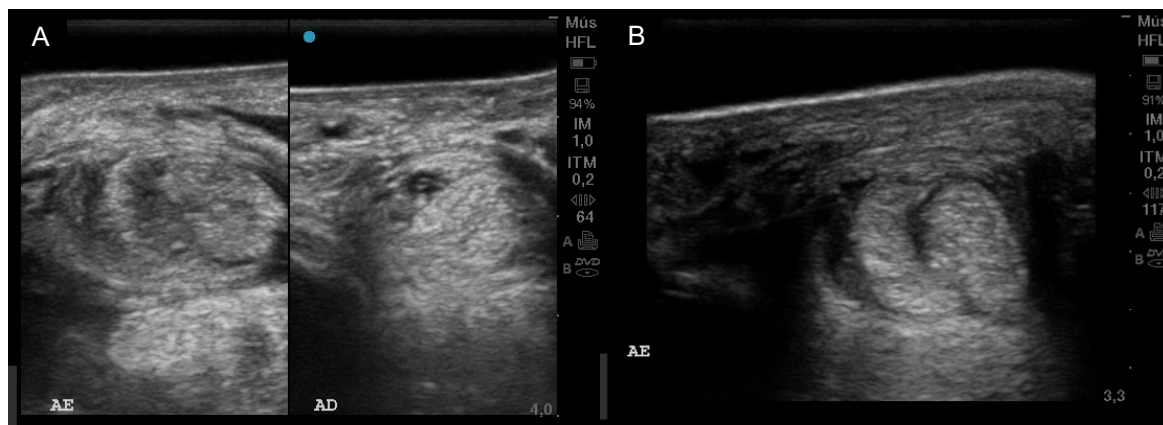


Figura 11: Evolução da tendinite moderada do TFDS desde a transição musculotendínea, prolongando-se até ao terço médio da canela do MAE do caso clínico 2. Observam-se os cortes transversais de parte da região da transição musculotendínea antes (A) e após (B) o protocolo de tratamento com laserterapia (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

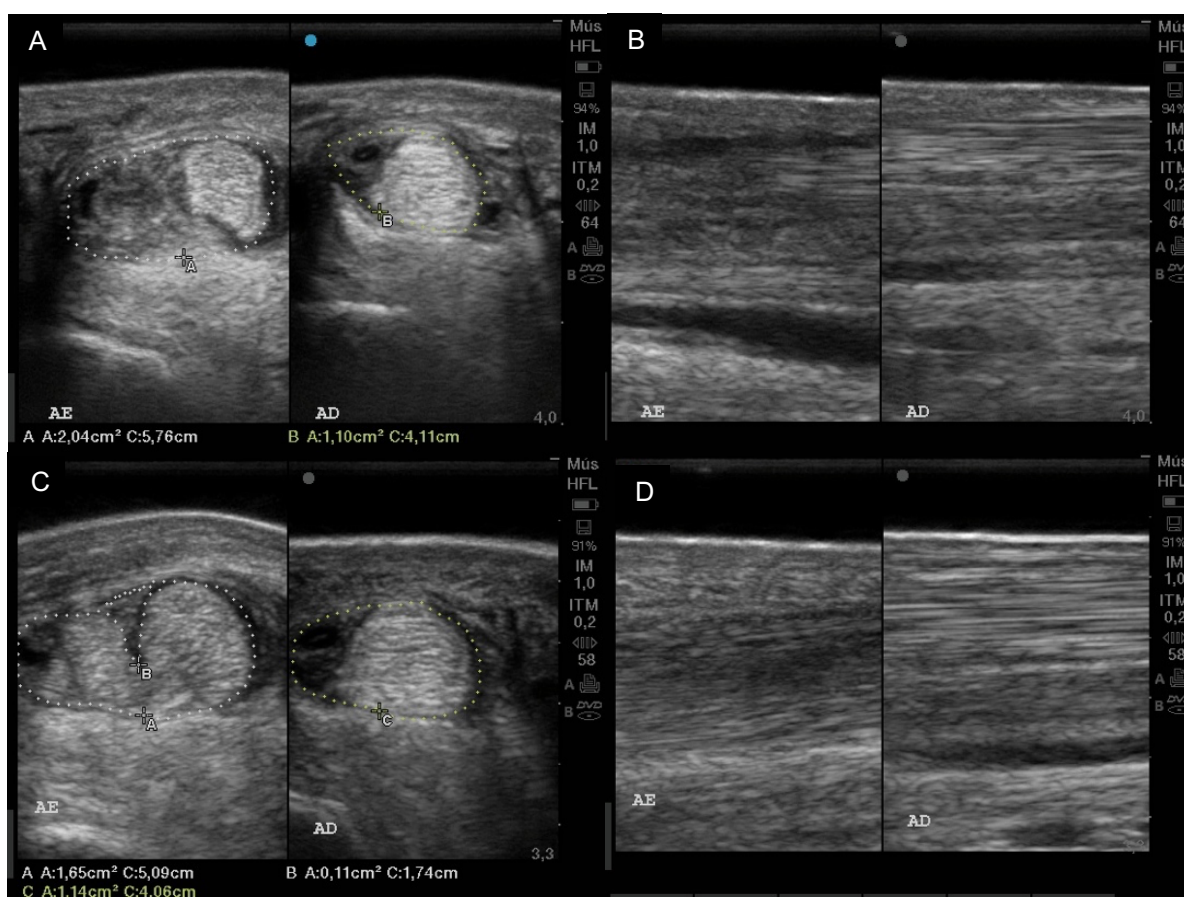


Figura 12: Evolução da tendinite moderada do TFDS desde a transição musculotendínea, prolongando-se até ao terço médio da canela do MAE do caso clínico 2. Observam-se os cortes transversais e longitudinais da região máxima de lesão antes (A e B) e após (C e D) o protocolo de laserterapia (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

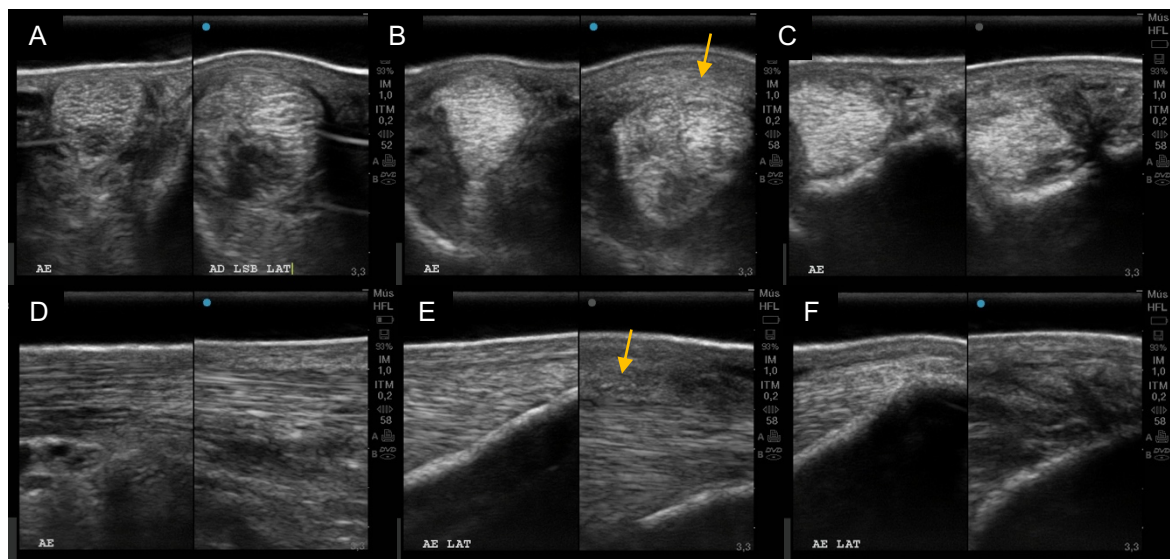


Figura 13: Desmite bilateral dos ramos laterais do LSB do caso clínico 2 em cortes transversais (A, B C) e longitudinais (D, E, F) até à região de inserção do ligamento. Observa-se no lado direito e no lado esquerdo de cada imagem, respetivamente, as lesões do MAE de estadio agudo e do MAD de estadio crónico, sendo esta última caracterizada pela presença de fibrose periligamentar (setas amarelas) (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

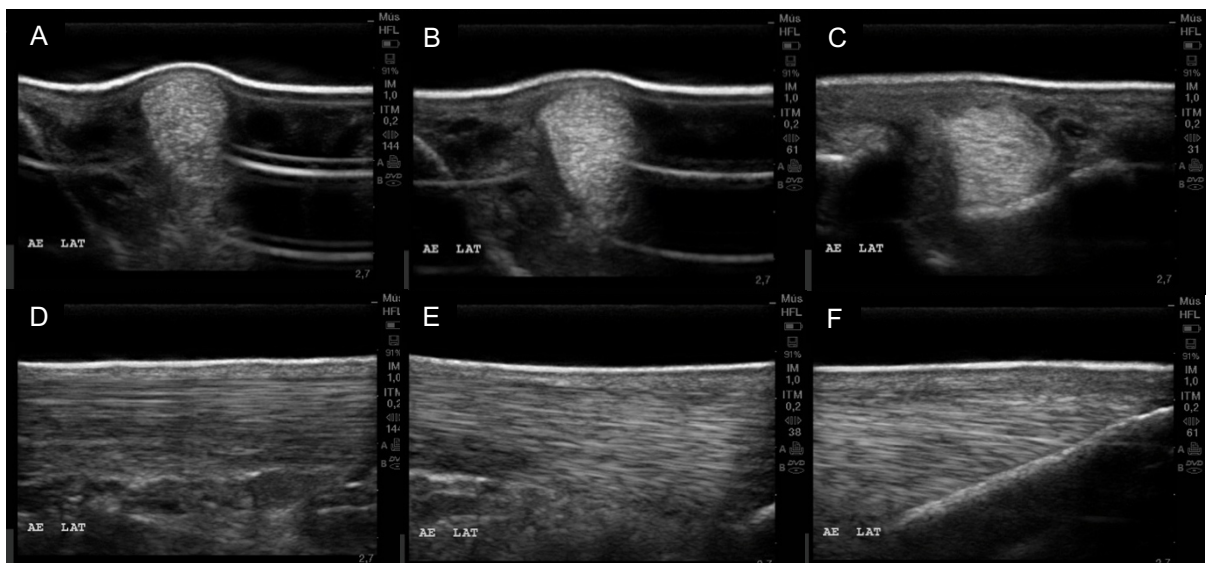


Figura 14: Evolução da desmite do ramo lateral do LSB do MAE do caso clínico 2 em cortes transversais (A, B C) e longitudinais (D, E, F) até à região de inserção do ligamento, após terminado o protocolo de laserterapia implementado (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

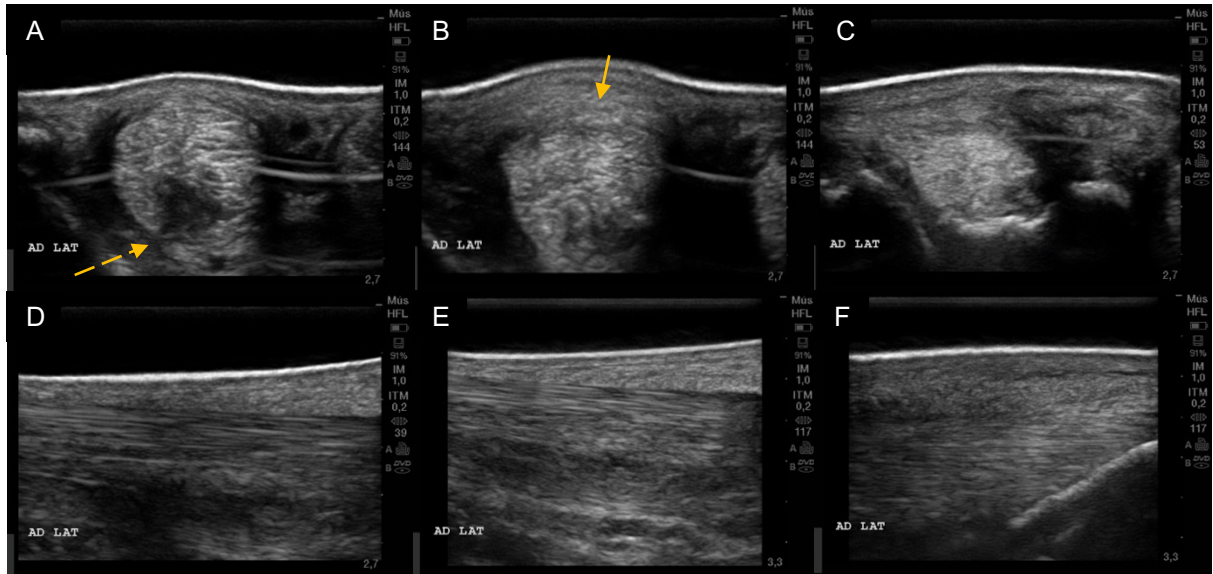


Figura 15: Evolução da desmíte do ramo lateral do LSB do MAD do caso clínico 2 em cortes transversais (A, B C) e longitudinais (D, E, F) até à região de inserção do ligamento, após terminado o protocolo de laserterapia implementado. As imagens sugerem a presença de um defeito na margem articular do ramo (seta amarela tracejada), e a presença de fibrose periligamentar (seta amarela) (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

3.2.5. Follow-up

Como mencionado anteriormente, esta égua era de lazer, sem trabalho regular, e por isso o proprietário não optou fazer um plano de reabilitação como sugerido pelo veterinário. Assim, foi decidido transportar a égua para o campo da herdade, onde ficaria durante 2 a 3 meses em descanso. Adicionalmente, acordou-se proceder à reavaliação clínica e ultrassonográfica após o término desse período. Até à data, no entanto, a Equimuralha não foi contactada pelo proprietário no sentido de realizar esta reavaliação, permanecendo o caso, assim, sem um *follow-up* a médio/longo prazo.

3.3. Caso clínico 3

3.3.1. Apresentação e história clínica

Cavalo de 8 anos, macho castrado, Puro-Sangue Lusitano (PSL), utilizado na modalidade de *Dressage*, apresentou-se em consulta por claudicação do MAE com início há cerca de 4 dias.

Sensivelmente há dois anos, este cavalo foi diagnosticado com uma tendinite ligeira do TFDS no MAE, com cerca de 15% da CSA lesionada. No mesmo ano, foi também

diagnosticado com uma desmíte ligeira da origem do LSB no MAE, com sinais de entesiopatia à ecografia. Ambas as patologias foram tratadas apenas com terapêutica anti-inflamatória numa fase inicial e com repouso prolongado. As lesões melhoraram ecograficamente, havendo preenchimento do defeito observável, e as alterações clínicas desapareceram, tendo o cavalo retomado progressivamente o trabalho, sem queixas desde então.

3.3.2. Apresentação clínica

No exame estático, o cavalo apresentava uma ligeira tumefação no terço médio e palmar do metacarpo do MAE, correspondente ao TFDS, que revelava ligeira dor à palpação, classificada com um grau 1/3 (Bussières et al., 2008). Ainda, na palpação dos tecidos moles do mesmo membro, apresentou dor (grau 2/3) na origem do LSB (Bussières et al., 2008). Não foram denotadas outras alterações no exame estático.

No exame dinâmico, observou-se uma claudicação evidente do MAE em piso mole, visível em reta e em círculo, mas mais acentuada no círculo para a direita. Em linha reta e piso duro, foi registada uma flexão dinâmica positiva do MAE. Assim, atribui-se um grau de 2/5 a esta claudicação (AAEP, 1999).

3.3.3. Diagnóstico

Foi realizado um bloqueio abaxial do MAE, com cerca de 4 ml de mepivacaína a 2%, que melhorou em 30% a claudicação em causa. De seguida, foi realizado um exame ecográfico para avaliação dos tecidos moles sensíveis à palpação. Na região que se apresentava ligeiramente tumefacta, observou-se uma tendinite ligeira do TFDS, caracterizada por uma zona hipoecogénica e anecogénica no bordo palmar do terço distal da estrutura, envolvendo aproximadamente, 10% da CSA (Figura 17 A e B). A ecografia revelou ainda uma recidiva da lesão na origem do LSB do MAE, envolvendo o lobo medial, mostrando-se coincidente com a sensibilidade à palpação desta região (Figura 18 A e B). A ecografia do TFDS e da origem do LSB foram classificadas, ambas, com o grau 2/3 (Ramzan et al., 2013).

3.3.4. Plano de tratamento e evolução

Neste caso, cinco dias após o diagnóstico, foi iniciado um protocolo de laserterapia de 16 sessões, segundo o protocolo resumido na tabela 8, em regime de internamento na Equimuralha, que começou cerca de 5 dias após o diagnóstico. Durante o tratamento o cavalo permaneceu alojado em *paddock*. Implementou-se, ainda, desde o dia da consulta, a administração de medicação anti-inflamatória endovenosa a cada 24 horas, com fosfato

sódico de dexametasona (Caliercortin®), durante 4 dias: 20 mg no primeiro e 10 mg no segundo, terceiro e quarto dia.

Tabela 8: Protocolo de laserterapia de 16 sessões.

Semana	Nº de sessões	Programa	Dose (J/cm ²)	Onda	Frequência (Hz)
1	1	Edema	6	FPW	25
	1	Dor Aguda	6	FPW	25
	2	Tendinite Aguda	8	FPW	50
2	2	Tendinite Crónica	8	CPW	-
	2	Tendinite Crónica	10	CPW	-
3	4	Tendinite Crónica	10	CPW	-
4	4	Tendinite Crónica	10	CPW	-

A meio do protocolo, na oitava sessão de laserterapia (T2), foi efetuada uma reavaliação do estado das lesões. Apesar de ter ocorrido uma redução, ainda era visível uma ligeira tumefação região lesionada do TFDS, não mostrando, no entanto, sinais de dor à palpação (grau 0/3) (Bussières et al., 2008). Quanto à origem do LSB, o grau de dor reduziu, apesar de manter ligeira sensibilidade à palpação (grau 1/3) (Bussières et al., 2008). A claudicação reduziu, passando de um grau 2/5 para 1/5 (AAEP, 1999). As ecografias de ambas as estruturas não demonstravam mudanças consideráveis (Figuras 17 C e D e 18 C), pelo que ambas mantiveram uma classificação de 2/3 (Ramzan et al., 2013).

Cerca de 4 semanas depois, foi dado por terminado o protocolo de laserterapia e procedeu-se à reavaliação do caso. No entanto, sensivelmente dois dias antes do término do tratamento, o cavalo lesionou-se no *paddock*, apresentando uma ferida superficial na face lateral do carpo e metacarpo, que se prolongava para a face palmar do metacarpo (Figura 16). Ninguém assistiu a este acidente e o cavalo demonstrava dor à palpação da região.

Assim, dois dias após o fim do protocolo de laserterapia (T3), o cavalo apresentava-se sem dor à palpação (grau 0/3) do TFDS, mas mantinha dor (grau 1/3) na região da origem do LSB do MAE, muito próxima da região palmar da ferida (Bussières et al., 2008). A claudicação, que a meio do tratamento se apresentava num grau 1/5, manteve-se nesse valor (AAEP, 1999). À ecografia, o TFDS apresentava, ainda, uma ligeira perda de



Figura 16: Ferida que ocorreu no *paddock*.

ecogenecidade na região da lesão, no entanto, com evolução favorável (Figura 17 E e F), sendo atribuído o grau 1/3. O lobo medial do LSB apresentava-se com aumento de tamanho e perda de ecogenecidade (Figura 18 D e E), tendo sido considerado que se mantinha um grau 2/3 (Ramzan et al., 2013).

Ponderando a evolução favorável da lesão do TFDS e a fraca evolução na lesão da origem do LSB, foi decidido com o proprietário que o cavalo retornaria a casa, onde, no entanto, faria a restante recuperação com um programa de reabilitação especial. Este programa difere dos restantes apresentados, por estar adaptado à evolução menos positiva da lesão da origem, procurando dar mais tempo à mesma para recuperar (Tabela 9).

Tabela 9: Plano de reabilitação implementado após a laserterapia.

Semana	Andamento (minutos)	Notas
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 4 ^a	Passo (60 min.)	Diário e montado
5 ^a	Passo (20 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
6 ^a	Passo (15 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
7 ^a	Passo (15 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (15 min.)	Diário e montado
8 ^a	Passo (15 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (15 min.)	Diário e montado

Um mês após o término do protocolo de laserterapia (T4), foi realizada uma reavaliação em regime ambulatorio, momento em que o proprietário prosseguia com o plano de reabilitação criado para o cavalo, a caminho da semana 5. No exame clínico, reavaliaram-se os graus de dor e claudicação. Não foi denotada dor à palpação de nenhuma das

estruturas, considerando-se assim, para ambas, um grau de dor 0/3 (Bussi res et al., 2008). No exame locomotor, ainda que se denotasse uma ligeira assimetria no  rculo para a esquerda em piso mole, o cavalo apresentava-se bem em linha reta e piso duro, sendo atribuído um grau de claudicação 0/5 (AAEP, 1999). A flexão dinâmica do mesmo membro foi, também, considerada ligeiramente positiva. No exame ultrassonográfico, registou-se um aumento do tamanho e perda da ecogenecidade do lobo medial da origem do LSB do MAE (Figura 18 F), sendo por isso atribuído novamente o grau 2/3 à imagem ultrassonográfica. Já a lesão do TFDS continuava a apresentar uma ligeira perda de ecogenecidade, mas foi considerada uma evolução positiva da mesma (Figura 17 G e H), mantendo-se, ainda assim, um grau 1/3 (Ramzan et al., 2013).

A evolução ultrassonográfica de ambas as lesões apresenta-se nas Figuras 17 e 18.

3.3.5. Follow-up

Dois meses após o fim do tratamento com laserterapia, foi realizada uma nova reavaliação do caso. O proprietário confirmou que o cavalo continuava a responder bem ao plano de reabilitação, sem queixas. À palpação das estruturas moles não foram detetados sinais de dor. No exame locomotor, o cavalo não demonstrou claudicação em piso duro e linha reta, nem em  rculo para ambas as mãos no piso mole. Perante as flexões dinâmicas, registou-se uma flexão ligeiramente positiva do MAE. À ecografia foi observado que se mantinha o aumento do lobo medial da origem do MAE e, ainda, um estado semelhante à última reavaliação no que respeita à lesão do TFDS.

Assim, foi acordado que, perante o desaparecimento dos sinais clínicos em pleno decorrer do programa de reabilitação ao qual o cavalo respondia clinicamente bem, e mesmo sem evolução significativa da lesão da origem do LSB, dar-se-ia continuidade a este programa. Uma vez terminado e, na eventualidade de continuarem sem existir quaisquer alterações clínicas, o cavalo iria prosseguir com o trabalho diário sem restrições.

Atualmente, o cavalo já retomou ao trabalho diário sem restrições, não tendo voltado a apresentar sinais clínicos. Até à data, o proprietário refere que não existem alterações clínicas e que sente o cavalo confortável durante o trabalho.

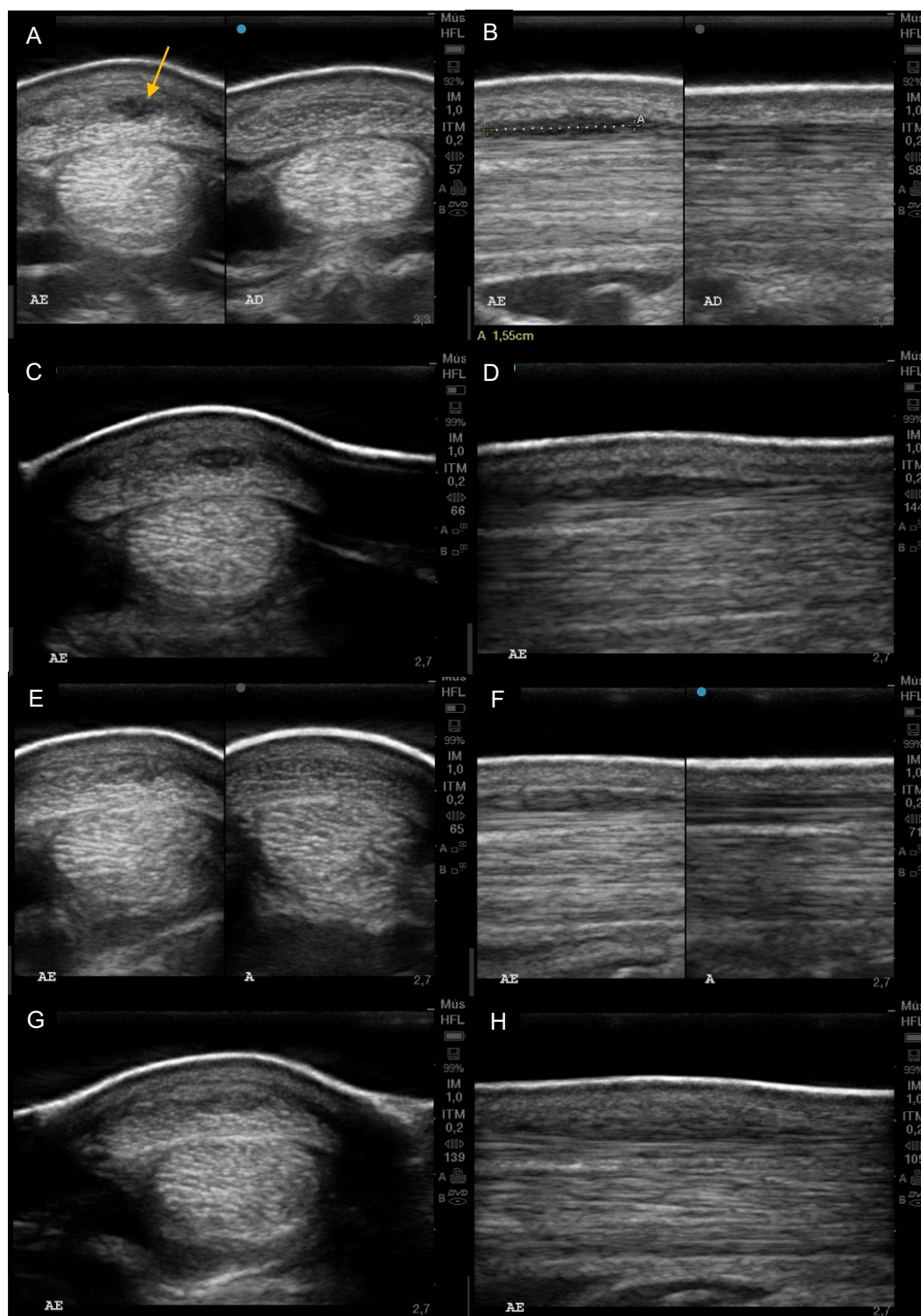


Figura 17: Evolução da tendinite ligeira do TFDS do caso clínico 3, localizada no bordo palmar e terço distal do TFDS no MAE (seta amarela). As imagens mostram em cortes transversais e longitudinais ao diagnóstico (A e B), a meio (C e D), depois do protocolo com laserterapia (E e F) e um mês após o protocolo de laserterapia (G e H) (Imagens cedidas pelo Dr. Tomás Fino).

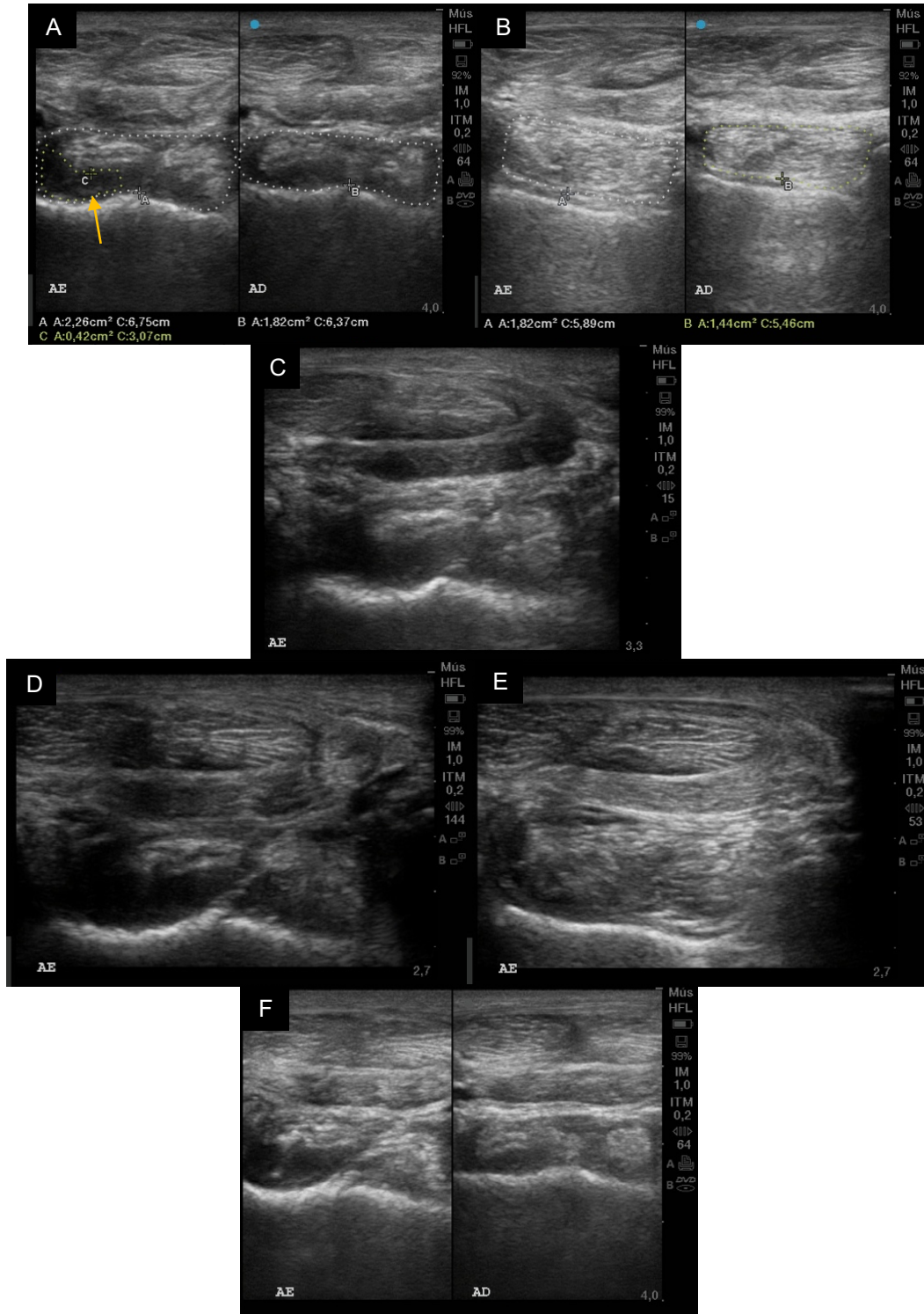


Figura 18: Evolução da desmitose moderada do lobo medial (seta amarela) da origem do LSB do MAE do caso clínico 3, caracterizada pelo aumento do tamanho da origem e alteração do padrão das fibras. A imagem A (diagnóstico) corresponde à colação da sonda de forma angulada sobre o ligamento (*offset*), revelando as fibras como hipoeecogénicas e a gordura e o músculo como ecogénicas. A imagem B (diagnóstico) corresponde à colocação da sonda perpendicular ao eixo longitudinal da liagmento (*onset*), na qual se observam todos os componentes ecogénicos. As imagens seguintes correspondem a meio do protocolo de laserterapia (C em *offset*), no fim do mesmo (D em *offset* e E em *onset*) e um mês após fim do mesmo (F em *offset*) (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

3.4. Caso clínico 4

3.4.1. Apresentação e história clínica

Cavalo de 5 anos, macho inteiro, PSL, utilizado na modalidade de *Dressage*, apresentou-se em consulta por claudicação súbita do MAE.

No ano anterior, o cavalo desenvolveu uma desmopatia aguda e ligeira no ramo medial do LSB do MAE, caracterizado pelo aumento de tamanho da estrutura e perda da arquitetura das fibras, tendo sido recomendado o repouso durante quatro semanas. Na reavaliação após este período, foi registado um exame estático e locomotor sem alterações, à exceção das flexões dinâmicas dos membros anteriores que foram positivas e classificadas com um grau e claudicação 3/5 no MAE e 2/5 no MAD. À ecografia, foi registada uma evolução favorável da lesão que se mostrava quase impercetível. No entanto, foram ainda observados pontos ecogénicos no líquido articular de ambas as articulações metacarpofalângicas, sugestivos de sinovite. A irregularidade das superfícies articulares levantou suspeitas sobre o início de um processo de osteoartrite destas mesmas articulações. Foi recomendado um período de descanso de quatro semanas, com retorno gradual ao trabalho. Não voltaram a ocorrer queixas ou complicações desde então.

3.4.2. Apresentação clínica

Ao exame estático, foi detetada a presença de arestins na região palmar da quartela de ambos os membros anteriores, aliado a alguma sensibilidade à palpação e flexão passiva da região. Foram, ainda, registados espessamento e dor do ramo medial do LSB do MAE (grau 1/3) e reação dolorosa à flexão passiva do boleto do mesmo membro (Bussières et al., 2008).

Ao exame dinâmico, observou-se uma claudicação acentuada do MAE em piso duro e linha reta, que se mantinha em piso mole e em círculo para ambas as mãos, sendo, assim, classificada com um grau de 3/5 (AAEP, 1999). A flexão dinâmica do mesmo membro foi muito positiva. Não foram denotadas outras alterações.

3.4.3. Diagnóstico

Não foram realizados bloqueios anestésicos e procedeu-se à ecografia do boleto do MAE, na qual foi identificada uma recidiva da desmite ligeira do ramo medial do LSB, com aumento de tamanho da estrutura e alteração da arquitetura das fibras (Figura 19 A, B, C e D). Adicionalmente, observou-se uma fissura no ramo que sugeria a comunicação das fibras com o líquido sinovial da articulação metacarpo falângica, apontando para uma lesão com

possível envolvimento articular. Não foram denotadas mais alterações, tendo sido a imagem ultrassonográfica da lesão classificada com um grau 1/3 (Ramzan et al., 2013).

3.4.4. Plano de tratamento e evolução

Foi decidido realizar um protocolo de laserterapia, em regime ambulatorio, de 8 sessões (Tabela 9) e procedeu-se à administração de medicação anti-inflamatória PO (oral, do latim “per os”) com fenilbutazona, em pasta, na dose de 2g, a cada 12 horas durante dois dias, passando de seguida a 1g, a cada 24 horas, durante 4 dias. O cavalo permaneceu alojado em boxe durante as semanas de tratamento, como já era habitual.

Tabela 10: Protocolo de laserterapia de 8 sessões.

Semana	Nº de sessões	Programa	Dose (J/cm ²)	Onda	Frequência (Hz)
1	1	Edema	6	FPW	25
	1	Dor Aguda	6	FPW	25
	2	Tendinite Aguda	8	FPW	50
2	2	Tendinite Crónica	8	CPW	-
	2	Tendinite Crónica	10	CPW	-
3	4	Tendinite Crónica	10	CPW	-
4	4	Tendinite Crónica	10	CPW	-

De forma a complementar o tratamento, foi recomendado aos proprietários o repouso associado a passeios diários à mão de 10 minutos por dia, aumentando 5 minutos por semana a esta rotina, durante o protocolo de laserterapia. Sensivelmente a meio do tratamento, na quinta sessão de laserterapia (T2), foi efetuada uma reavaliação do caso, sendo que o cavalo se demonstrava confortável e sem dor à palpação (0/3) (Bussi res et al., 2008) e com um grau de claudicação do MAE classificado como 1/5 (AAEP, 1999).   ecografia, foi registada uma evolução favorável do ramo medial do LSB do MAE, tendo sido atribuído um grau 0/3   imagem ultrassonográfica (Ramzan et al., 2013) (Figura 19 E e F).

Na quinta sessão de laserterapia, por se tratar de uma lesão com envolvimento articular e em concordância com a disponibilidade monetária inerente ao caso, foi decidido adicionar a este plano de tratamento a administração intra-articular com *Pro-Stride*TM – *Autologous Protein Solution* (Pro-StrideTM APS) na articulação metacarpofalângica.

No fim do protocolo de laserterapia (T3), foi realizada uma nova avaliação do caso. O cavalo não apresentava dor   palpação (grau 0/3) da estrutura lesionada (Bussi res et al.,

2008). No exame locomotor não foi detetada claudicação em qualquer circunstância (grau 0/5) e a flexão dinâmica foi negativa (AAEP, 1999). À ecografia observou-se o ramo medial do LSB com melhor arquitetura das fibras e um aspeto homogéneo da estrutura, mantendo um grau 0/3 à imagem (Ramzan et al., 2013) (Figura 19 G e H).

Considerando a boa evolução clínica e ultrassonográfica do cavalo, foi recomendado um protocolo de reabilitação a realizar em casa, esquematizado na Tabela 11.

Tabela 11: Plano de reabilitação implementado após a laserterapia.

Semana	Andamento (minutos)	Notas
1	Passo (60 min.)	Diário e montado
2	Passo (30 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (25 min.)	Diário e montado
3	Passo (30 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
4	Passo (20 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (3 min.) → Trote (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
5	Passo (15 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (20 min.)	Diário e montado
6	Passo (15 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (5 min.) → Trote (3 min.) → Galope (1 min.) → Passo (15 min.)	Diário e montado
7	Passo (15 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (2 min.) → Trote (2 min.) → Galope (2 min.) → Passo (15 min.)	Diário e montado

Algumas imagens ultrassonográficas da evolução da lesão estão representadas na Figura 19.

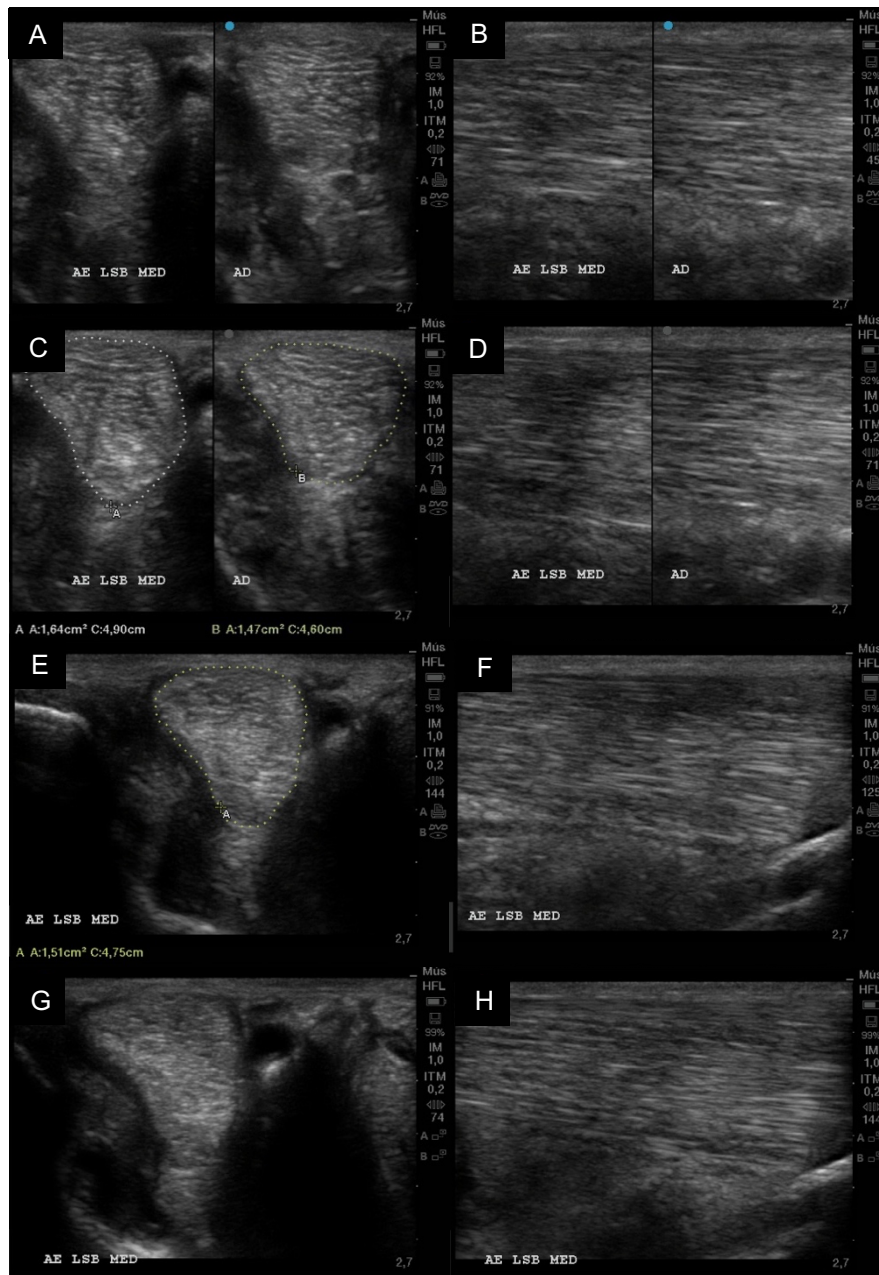


Figura 19: Evolução da desmite ligeira do ramo medial do MAE do caso clínico 4. As imagens mostram a lesão em cortes transversais e longitudinais ao diagnóstico (A, B, C e D), a cerca de meio do tratamento (E e F) e a depois do tratamento (G e H) (Imagens cedidas pelo Dr. Tomé Fino).

3.4.5. Follow-up

Até à data da elaboração desta dissertação, o cavalo permanece sem alterações clínicas associadas à patologia em causa. Dois meses após o fim do tratamento, há a registar a ocorrência de um abcesso de casco no MAE. O mesmo foi drenado e foram realizados pensos de casco aliados a medicação anti-inflamatória (AINE). Após resolução, o cavalo retomou o trabalho e mantém-se sem alterações clínicas ou queixas por parte do proprietário.

3.5. Comparação da evolução dos casos clínicos

Perante um reduzido número de cavalos sujeitos a este protocolo de laserterapia durante o período de estágio, não foi possível realizar uma comparação estatística no âmbito deste trabalho, já que a amostra apresenta um tamanho limitado e, consequentemente, uma variabilidade elevada.

Ainda assim, torna-se importante analisar de uma forma global os parâmetros de avaliação utilizados para aferir a evolução dos casos, podendo perspetivar de forma mais concreta os resultados do tratamento. Neste sentido, seguem-se três gráficos que traduzem a evolução dos três indicadores de avaliação utilizados para avaliar a resposta dos cavalos ao tratamento: dor, claudicação e apresentação ecográfica (Gráficos 3, 4 e 5).

Gráfico 3: Registo da evolução do grau de dor antes (T1), a meio (T2), depois (T3) e um mês após o fim (T4) do tratamento com laserterapia.

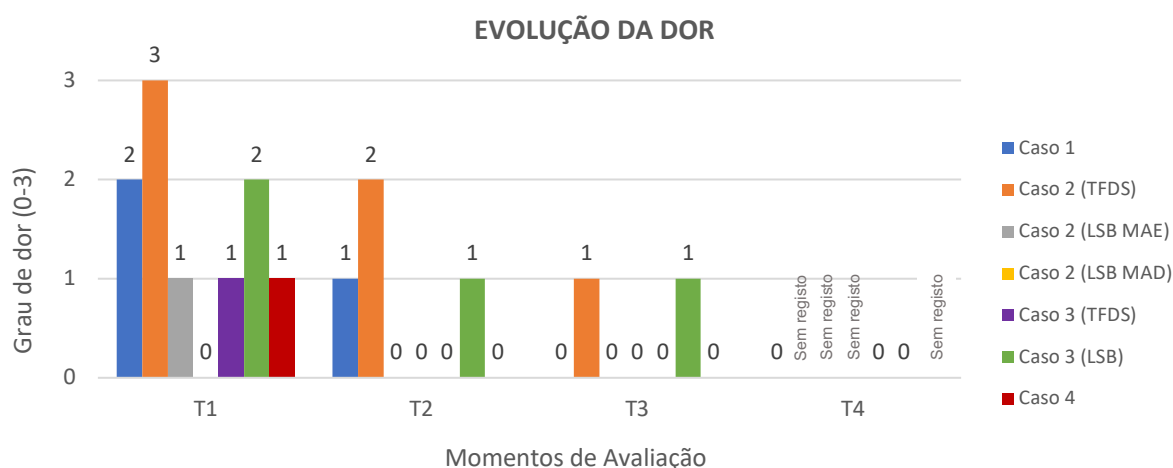


Gráfico 4: Registo da evolução do grau de claudicação antes (T1), a meio (T2), depois (T3) e um mês após o fim (T4) do tratamento com laserterapia.

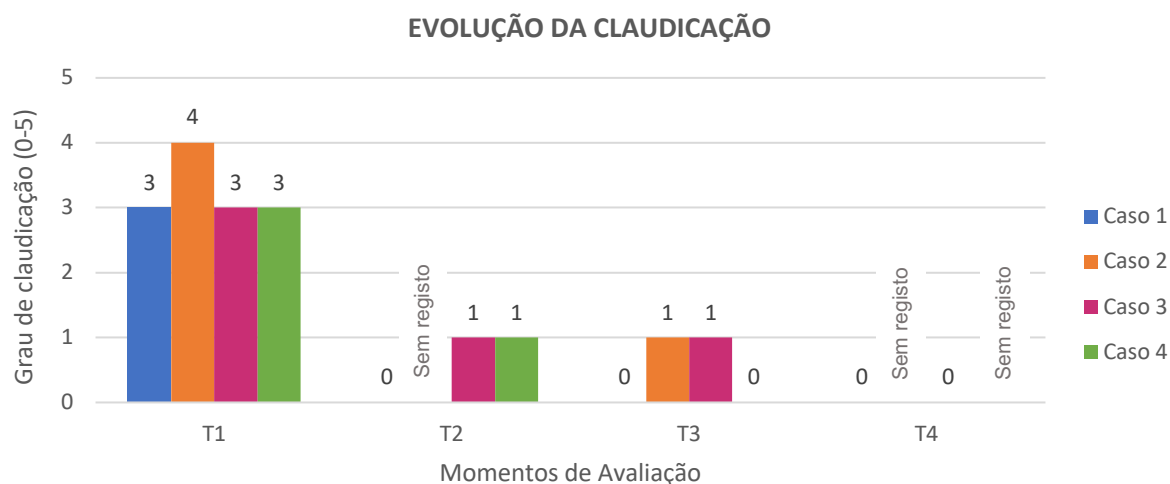
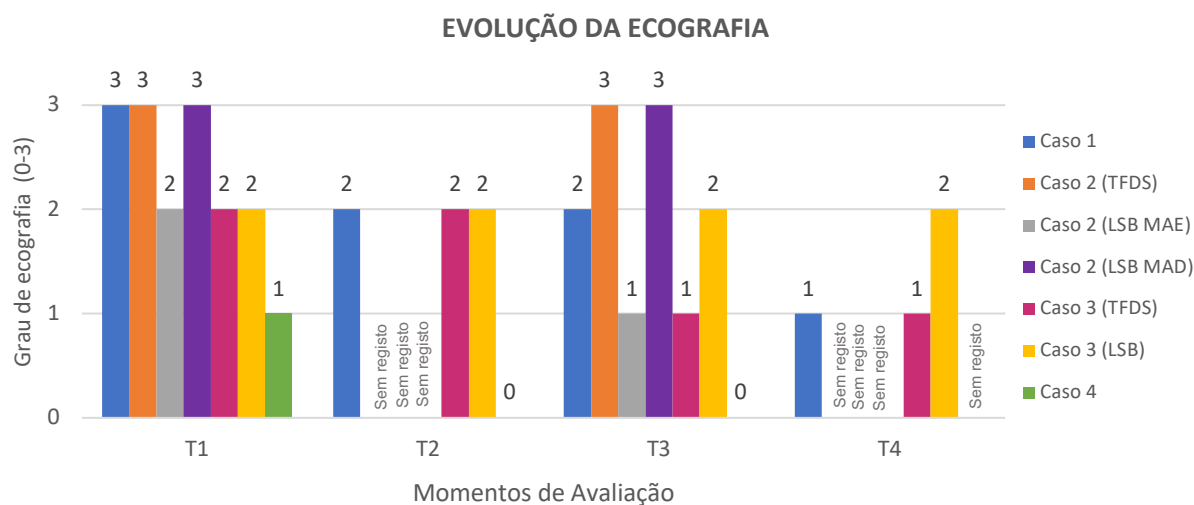


Gráfico 5: Registo da evolução do grau de ecografia antes (T1), a meio (T2), depois (T3) e um mês após o fim (T4) do tratamento com laserterapia.



De uma forma geral, é possível observar que ocorreu um decréscimo considerável nos indicadores da dor e da claudicação em todos os casos, constando-se também que a maioria deles alcançou o grau de 0/3 e 0/5, respetivamente. Neste trabalho, apenas o caso 2 não obteve um grau de dor e de claudicação de, respetivamente, 0/3 e 0/5 na sua última avaliação (T3), ainda que o mesmo não tenha englobado a avaliação T4 como se verificou para os restantes casos.

Por outro lado, o mesmo não se observou quanto à ecografia, na qual se verifica uma evolução menos expressiva para quase todos os casos e, inclusivamente, a ausência de alterações em duas lesões do caso 2 (TFDS e LSB MAD) e uma lesão do caso 3 (LSB). Adicionalmente, apenas o caso clínico 4 alcançou o grau 0/3 neste parâmetro de avaliação.

4. Discussão

Depois das estruturas osteoarticulares, os tendões e ligamentos são os elementos do sistema músculo-esquelético mais frequentemente lesionados, representando a principal causa de reforma precoce na carreira desportiva do cavalo (Bonilla-Gutiérrez, López & Carmona, 2019; Clegg, 2012). As estruturas lesionadas nos casos clínicos anteriormente descritos – o TFDS e o LSB – são consideradas as de maior risco, uma vez que são aquelas onde a carga aumenta mais rapidamente na fase de impacto da passada (Kümmerle et al., 2019).

Em quase todos os casos clínicos relatados, o exame estático e dinâmico acompanhou as descrições da literatura para a patologia de tecidos moles, nomeadamente a dor à palpação da estrutura afetada, acompanhada de claudicação, que se acentua em piso mole (Bubeck & Aarsvold, 2018). A única exceção verifica-se na lesão do ramo do LSB do MAD do caso clínico 2, no qual não existia dor à palpação digital ou claudicação deste membro. Esta apresentação pode justificar-se pela lesão crónica diagnosticada à ecografia, que se pode caracterizar pela ausência destes sinais clínicos, ou ainda pelo uso de anti-inflamatórios antes da consulta, que podem suprimir a dor (Denoix, 1994). No que respeita ao padrão da claudicação, os casos clínicos 1 e 3 apresentavam uma claudicação mais pronunciada nos círculos para os quais o membro anterior lesionado estava por fora, uma característica frequentemente presente em lesões do LSB (Dyson & Genovese, 2010).

O diagnóstico destas lesões continua a ter a ecografia como *gold standart* (Kümmerle et al., 2019), tendo sido este o principal método utilizado para todos os casos descritos. Em seis das lesões descritas nos casos do presente trabalho, a ecografia confirmou sempre lesões sugestivas de um estágio agudo, ainda que três delas constituíssem recidivas. A exceção a este acontecimento, ocorreu no ramo do LSB do MAD do caso clínico 2, que se apresentou com muita fibrose à ecografia e que, em conjunto com os dados obtidos durante o exame clínico, fez com que o mesmo fosse registado como sendo uma lesão crónica.

A lesão da origem do LSB do caso clínico 2 representa uma recidiva com historial de entesiopatia concomitante, caracterizada pela irregularidade observada à ecografia na interface com o osso nesta região. Esta apresentação é característica de lesões com respostas inconclusivas a bloqueios anestésicos e a tratamentos e, nesse sentido, é recomendada a utilização de meios diagnósticos avançados, como por exemplo a RM, de forma a identificar possíveis alterações como patologia da entese do osso, osteófitos, remodelação óssea ou patologia da articulação do tarso (Anderson, 2019).

Ainda em relação ao diagnóstico, a realização de bloqueios anestésicos perineurais pode comprometer a ecografia dos tecidos, pela presença de artefactos como ar ou líquido

anestésico, sendo esta a razão pela qual os bloqueios realizados foram apenas até ao nível do bloqueio abaxial (Cauvin & Smith, 2014). Os bloqueios digital palmar e abaxial foram realizados para despiste de patologia distal, no entanto, os seguintes já poderiam comprometer a visualização das estruturas que já se mostravam potencialmente comprometidas no exame clínico. O diagnóstico das lesões de tecidos moles nem sempre engloba a realização de bloqueios anestésicos, como por exemplo nos casos clínicos 1 e 3, em que os cavalos demonstram dor à palpação digital e alterações de tamanho da estrutura visíveis macroscopicamente, sendo realizada uma ecografia de imediato (R. Smith & Schramme, 2003).

Frequentemente, as lesões do TFDS são de localização central (*core lesions*) (Smith, 2008; Smith & Cauvin, 2014; Kümmeler et al., 2019). Contudo, nenhum dos casos relatados possuía esta apresentação, sendo ambos relativos a lesões marginais. Ainda assim, a lesão do TFDS do caso clínico 3 localizava-se no terço médio do metacarpo, correspondente à região mais frequentemente afetada do tendão e que se manifesta, caracteristicamente, por uma tumefação palmar na região, como o caso apresentado (Smith, 2008; Kümmeler et al., 2019; Goodrich, 2020). Pelo contrário, a lesão do TFDS do caso clínico 2, desde a transição musculotendínea até meio do metacarpo com efusão do canal do carpo, é pouco comum e é pouco descrita na literatura comparativamente a outras afeções que ocorrem no canal do carpo (Dyson & Nagy, 2014; Gates, Hinnigan & Rich, 2021). Além disto, ocorre tendencialmente em cavalos mais velhos, sendo que a égua do caso clínico 2 tem apenas nove anos, não se enquadra neste padrão (Chesen, et al., 2009; Gates et al., 2021).

As lesões do LSB dos casos clínicos anteriormente descritos, englobam as três regiões na qual esta estrutura se pode lesionar, sendo a lesão dos ramos aquela que está mais representada neste trabalho. Frequentemente, as lesões dos ramos estendem-se para o corpo do ligamento, tal como acontece no caso clínico 1, onde esta se prolonga pela bifurcação do corpo do LSB (Kümmeler et al., 2019). Por outro lado, as lesões dos ramos podem ter envolvimento articular, como é exemplo o caso clínico 4, no qual foi observada a comunicação de fibras do ligamento com o líquido sinovial da articulação (Goodrich, 2020).

Atualmente, no que respeita aos tratamentos para as lesões de tendões e ligamentos, podem enumerar-se vários, como por exemplo: administrações locais ou sistémicas de ácido hialurónico ou glicosaminoglicanos polissulfatados, vesicação, cirurgia, ultrassom terapêutico, ondas de choque extracorporais, laserterapia, e administração intralesional de plasma rico em plaquetas ou células estaminais (Monici et al., 2018; Kümmeler et al., 2019).

Apesar dos tendões e ligamentos terem uma capacidade de cicatrizar de forma autónoma ao longo do tempo, esta cicatrização tende a comprometer as suas propriedades estruturais, tornando-a mesma menos elástica e com maior propensão à recidiva de lesões

(Ortved, 2018). Neste sentido, e com o objetivo de trazer o cavalo de volta à sua forma desportiva, a laserterapia propõe-se como um tratamento promissor, uma vez que tem a capacidade de aumentar a proporção de colagénio tipo I e de melhorar o alinhamento das fibras, conferindo uma maior força tênsil a estas estruturas (Fung, Ng & Leung, 2002; Oliveira et al., 2009; Wood et al., 2010; Guerra et al., 2013). A laserterapia tem ainda a capacidade de promover a redução da dor e da inflamação, bem como de acelerar e melhorar os processos de cicatrização, sendo assim muito adequada ao tratamento de tendões e ligamentos (Pryor & Millis, 2015).

A abordagem terapêutica aos quatro casos clínicos de lesões de tendões e ligamentos deste trabalho baseou-se na implementação de um protocolo de laserterapia, ao qual foi associado a administração de medicação anti-inflamatória sistémica (endovenosa ou oral), com AINEs ou corticosteróides. Assim, não é possível retirar conclusões sobre a ação anti-inflamatória e analgésica isolada da laserterapia nestas lesões, uma vez que os fármacos utilizados também possuem estes efeitos (Kümmerle et al., 2019) e sendo, assim, espectável que também atuem na redução do grau de dor e do grau de claudicação.

Os AINEs atuam no decorrer do processo inflamatório pelo bloqueio da enzima ciclooxigenase, impedindo a formação de tromboxanos, prostaglandinas e prostaciclina, resultando num efeito anti-pirético, analgésico e anti-inflamatório. Comparativamente, os corticosteróides inibem a ação da fosfolipase A₂ e, por isso, intervêm não só na via da ciclooxigenase, mas também na via da lipoxigenase, resultando na inibição adicional de outros mediadores inflamatórios, como os leucotrienos (Bentz, 2015). Adicionalmente, a utilização de AINEs e de corticosteróides está descrita no tratamento de tendões e ligamentos, ainda que estes últimos estejam associados à inibição da fibroplastia se administrados 48 horas após a ocorrência da lesão (Kümmerle et al., 2019). A administração de fosfato sódico de dexametasona (corticosteróide) nos quatro dias após o diagnóstico da lesão dos casos clínicos 1, 2 e 3 não vai de encontro ao descrito anteriormente, no entanto a mesma não demonstrou este efeito adverso nas lesões apresentadas e sugere, assim, ter contribuído para a diminuição do processo inflamatório das mesmas. Por outro lado, o AINE utilizado no caso clínico 4 (fenilbutazona PO) está descrito na dose de 2.2 mg/kg a cada 12 horas, tal como foi realizado, sendo que o médico veterinário optou por reduzir a dose dois dias mais tarde (1 mg/kg a cada 24 horas durante 4 dias), o que, por sua vez, também é recomendável pelos seus efeitos secundários gastrointestinais e renais (Bentz, 2015).

Para além da administração sistémica de anti-inflamatórios, ainda houve uma terceira adição ao tratamento com laserterapia no caso clínico 4: a administração intra-articular de *Pro-Stride*TM APS na articulação metacarpofalângica do MAE. Este tratamento é categorizado como biológico e alternativo aos corticoesteróides intra-articulares, sendo constituído por

plaquetas, fatores de crescimento e citocinas anti-inflamatórias, representando uma nova opção no tratamento da osteoartrite (Contino, 2018; Linardi, Dodson & Moss, 2019). Esta opção terapêutica baseou-se no facto de o cavalo possuir, para além da lesão no ramo lateral do LSB com envolvimento articular, história clínica e sinais ultrassonográficos prévios compatíveis com um processo muito inicial de osteoartrite da articulação metacarpo-falângica.

Apesar de não ser possível avaliar o efeito isolado da laserterapia nestes casos, pode analisar-se a contribuição do tratamento implementado para cada um deles através dos indicadores de avaliação utilizados para monitorização: a dor, a claudicação e a ecografia. Estes parâmetros, apesar de coincidentes com alguns dos utilizados nos estudos de Fortuna et al. (2002), Pluim et al. (2018), Quiney et al. (2019) e Zielińska et al. (2020), resumiram-se à avaliação do clínico responsável e, portanto, estão sujeitos a variações de indivíduo para indivíduo e podem ser considerados pouco sensíveis. Ainda assim, num formato ideal e projetando futuros estudos científicos, poderia utilizar-se um algómetro de pressão para uma medição do grau de dor, uma vez que é considerado um método objetivo para quantificar dor músculo-esquelética e avaliar resultados de tratamentos em cavalos (Haussler & Erb, 2006; Heus, Oossanen & Dierabdock, 2010; Pongratz & Licka, 2017). Adicionalmente, poderia incluir-se a quantificação objetiva da claudicação, através de aparelhos como o *Lameness Locator*® ou o *Equimoves*®, que permitem a análise objetiva do padrão de locomoção do cavalo (Bosch et al., 2018; Keegan, 2020). Por fim, a utilização de um termógrafo seria vantajosa para avaliar o grau de inflamação da estrutura durante o tratamento, uma vez que mede diferenças de temperatura e é, assim, indicado na monitorização de procedimentos clínicos e na avaliação da inflamação em condições músculo-esqueléticas (Redaelli et al., 2014).

O registo dos três indicadores de avaliação utilizados ao longo das avaliações realizadas (T1, T2, T3 e T4), revelou um decréscimo da dor e da claudicação para todos os casos clínicos, mas, pelo contrário, uma evolução menos expressiva da ecografia, como se pode verificar nos Gráficos 3, 4 e 5.

No que respeita à dor, no fim do tratamento com laserterapia (T3) todos os cavalos se apresentaram com um grau de dor mais baixo em comparação à data de diagnóstico (T1) (Gráfico 1). Num total de sete estruturas, apenas duas não registaram um grau de dor de 0/5 no fim do tratamento (T3), nomeadamente o TFDS do caso clínico 2 e a origem do LSB do caso clínico 3, ambos finalizando com o grau de 1/5. Ainda assim, 1 mês após o fim do tratamento (T4), a origem do LSB do caso clínico 3 já não apresentava sinais de dor (grau 0/3), sendo que o caso clínico 2 não foi sujeito a esta reavaliação. Assim, o tratamento implementado para todos os casos sugere ter atuado na redução da dor, coincidindo com as observações dos estudos de Fortuna et al. (2002), Pluim et al. (2018) e Zielińska et al. (2020).

Quanto à claudicação, a mesma também regrediu ao longo do tratamento, sendo que todos os cavalos se apresentaram com um grau de claudicação menor em T3 e/ou T4 comparativamente ao obtido no diagnóstico (T1) (Gráfico 2). Dos quatro casos, dois deles terminaram o tratamento (T3) com um grau de 1/5, nomeadamente os casos 2 e 3. O caso clínico 3 passou para um grau 0/5 na reavaliação um mês mais tarde (T4), sendo que o caso clínico 2 não foi sujeito a esta reavaliação. A redução da claudicação acompanha o observado para a redução da dor, evidenciando o resultado positivo do tratamento aplicado, incluindo a laserterapia, e coincidindo com o descrito nos estudos de Fortuna et al. (2002), Pluim et al. (2018) e Zielińska et al. (2020).

Por último, a ecografia revelou ausência de evolução da lesão crónica do ramo lateral do LSB do MAD e da lesão aguda do TFDS do caso clínico 2, e da lesão crónica do lobo medial da origem do LSB do MAE do caso clínico 3, que mantiveram os graus atribuídos ao diagnóstico em todos os restantes momentos de avaliação. As restantes quatro lesões deste trabalho (todas de estágio agudo) registaram uma diminuição do grau ultrassonográfico no fim do tratamento (T3) ou no mês seguinte (T4), sendo, no entanto, que apenas a lesão aguda do ramo medial do LSB do caso clínico 4 foi a única a alcançar o grau 0/3. Estas observações sugerem que, ao contrário da dor e da claudicação que evoluíram de forma muito expressiva com o tratamento utilizado, o mesmo nem sempre se refletiu de modo tão marcado nas ecografias de algumas lesões incluídas neste trabalho.

No que respeita ao protocolo de laserterapia do presente trabalho, nomeadamente às doses utilizadas, as mesmas progrediram de 6 até 10 J/cm², sendo que este intervalo não vai ao encontro das doses reportadas por Riegel (2017b), que estima valores mais elevados, entre 15 ± 5 J/cm². Neste sentido, pode ponderar-se que a adaptação da dose para lesões mais graves ou extensas, como por exemplo no caso clínico 3, poderia ter culminado numa evolução mais expressiva das mesmas. Para além disso, e tendo em conta que as lesões crónicas podem beneficiar de doses mais elevadas (Redondo & Stephens, 2019), pode também ponderar-se que a lesão crónica, de fraca evolução ultrassonográfica, do ramo do LSB do caso clínico 2 poderia ter beneficiado de uma dose mais elevada. Ainda assim, deve considerar-se que as doses utilizadas refletiram diferenças na ecografia dos restantes casos e na dor e na claudicação de todos eles, sugerindo o efeito positivo das mesmas. Por outro lado, importa também referir que as doses utilizadas já foram superiores às recomendadas pela marca do laser em questão (1-2 J/cm²) (ASALASER VETERINARY, 2018).

Em relação ao número de sessões, apesar de não existirem recomendações concretas sobre o número e a frequência das mesmas, está descrito que, para lesões agudas devem realizar-se, inicialmente, sessões todos os dias ou em dias alternados. Quando existe uma resposta clínica positiva, que tende a decorrer entre os dois a três tratamentos, deve

alargar-se o intervalo de tempo entre sessões (Pryor & Millis, 2015; Riegel, 2017b; Smith, 2017). O protocolo de internamento utilizado vai de encontro a esta descrição ainda que, no entanto, não se tenha feito um espaçamento destas sessões ao longo das quatro semanas. Por outro lado, o protocolo de ambulatório distancia-se bastante destas recomendações, sendo por isso um fator influente a considerar na evolução menos positiva das lesões agudas do ramo do LSB e do TFDS do MAE do caso clínico 2, que poderia ter sido mais expressiva com um maior número de sessões. No entanto, é possível constatar que as 8 sessões de ambulatório se revelaram suficientes para a evolução muito favorável da lesão aguda do ramo do LSB do caso clínico 4, ainda que esta seja uma lesão muito ligeira quando em comparação às do caso clínico 3.

Comparativamente ao tratamento do estágio agudo, as lesões crónicas tendem a evidenciar resultados clínicos mais tardios (entre quatro a seis tratamentos) e só depois disso as sessões podem ser espaçadas para duas a três por semana (Pryor & Millis, 2015). Segundo Riegel (2017b), nos casos crónicos, podem ser necessárias mais intervenções futuras com longos intervalos de tempo entre si, para garantir a manutenção do efeito terapêutico. Assim sendo, a lesão do ramo do LSB do MAD do caso clínico 2 poderia ter beneficiado de um protocolo com maior número de sessões, bem como de tratamentos a longo prazo. De qualquer forma, importa realçar que a utilização de um protocolo com um menor número de sessões para este caso, foi realizada em função da disponibilidade económica dos proprietários em causa.

Adicionalmente, ainda em relação à evolução menos evidente na ecografia de algumas lesões, deve considerar-se que o laser utilizado combina a emissão de um díodo LLLT e um díodo HILT, sendo que o único que opera em modo contínuo só alcança uma potência de 1.1 W, quando o recomendado atualmente é que esta igual seja igual ou superior a 7 W (Redondo & Stephens, 2019). Este equipamento não permite a escolha da potência a utilizar, sendo esta variável determinante na velocidade de administração do tratamento e no número de fótons que alcançam um dado comprimento de onda (J. J., Smith 2017). Assim, estas são outras observações que podem justificar a necessidade de realizar um maior número de sessões para obter resultados mais evidentes à ecografia em alguns dos casos, como, por exemplo, nas lesões do caso clínico 2.

Apesar de a HILT ser cada vez mais utilizada na clínica de equinos, ainda existem algumas lacunas científicas para este tratamento, o que, associado à vasta disponibilidade de equipamentos com características diferentes existentes no mercado, não permite concluir se os efeitos da HILT observados em alguns estudos são replicáveis utilizando equipamentos diferentes (Pluim et al., 2018; Quiney et al., 2019; Pluim et al., 2020; Zielińska et al., 2020). Atualmente, não existem parâmetros e protocolos padronizados para uma patologia

específica e, como tal, este mesmo protocolo foi baseado na experiência clínica da médica veterinária autora dos protocolos, tendo sido ainda ajustado à necessidade de realizar o tratamento em regime ambulatorio, nos casos clínicos 2 e 4.

No que respeita ao programa de reabilitação implementado para três dos quatro casos apresentados, importa realçar que o mesmo foi elaborado com base na experiência clínica de um médico veterinário que trabalha na área de medicina desportiva e que, por sua vez, cedeu este mesmo programa ao médico veterinário responsável pelos casos em causa. Este programa é baseado na introdução de exercício gradual, sendo continuamente avaliado e ajustado sempre que necessário, com o objetivo de nunca pedir ao cavalo um andamento que o faça sentir desconfortável. Segundo Davidson (2016), o exercício implementado através de um programa de reabilitação é um fator crucial na qualidade da cicatrização de tendões e ligamentos, uma vez que representa a carga fisiológica necessária à maturação das fibras, promove a remodelação e alinhamento do colagénio e tem a capacidade de devolver grande parte das propriedades mecânicas a estas estruturas (Davidson, 2016). Assim, é espectável que este programa contribuía de forma positiva e a longo prazo para o prognóstico dos casos clínicos apresentados, ainda que este acompanhamento não seja parte deste trabalho. No entanto, importa realçar que o efeito positivo deste programa de reabilitação está diretamente dependente do proprietário, uma vez que é quem o coloca em prática.

Apesar de não estar diretamente relacionado com o programa de reabilitação, deve também considerar-se a influência do alojamento dos cavalos na evolução das lesões. Os cavalos em regime de ambulatorio permaneceram em boxe durante todo o tratamento, o que pode ser considerado uma desvantagem perante os cavalos que ficaram internados e tiveram acesso a um *paddock* onde podiam mover-se livremente. Ainda assim, se por um lado esta última situação é favorável pelo efeito positivo da carga fisiológica na cicatrização de tendões e ligamentos (Davidson, 2016), é também arriscada, como se pode observar no caso clínico 3. O cavalo em causa fez uma lesão superficial no MAE, que poderá ter resultado de uma corrida ao longo do *paddock*. Assim, perante a possibilidade de realizar um plano de reabilitação após a laserterapia, deve considerar-se que esta opção de alojamento não é favorável pelo risco de alguns cavalos correrem e saltarem ao longo do espaço disponível, sujeitando-se a comprometer a integridade da estrutura que está em recuperação.

Por fim, o prognóstico dos casos clínicos 1 e 4 tende a ser favorável, uma vez que demonstraram uma evolução muito positiva quanto à dor, à claudicação e à ecografia e, ainda, retornaram ao trabalho sem recidivas até à data, sendo este um dos critérios mais importantes no sucesso do tratamento destas lesões (Pluim et al., 2018). O caso clínico 3, deve aguardar um prognóstico mais reservado, uma vez que engloba duas recidivas de lesão no mesmo membro e a recorrência de lesão está associada a um pior prognóstico a longo prazo (Dyson,

2004; Crowe et al., 2004). Para além disto, a lesão da origem do LSB inclui a presença concomitante de entesiopatia, que nunca foi explorada por meios de diagnóstico complementares avançados e, por isso, pode existir uma patologia não diagnosticada nesta região anatómica que também pode ser responsável por sinais clínicos. Por último, o caso clínico 2 permanece sem uma reavaliação após o fim do tratamento (T3), pelo que é difícil perspetivar o seu prognóstico em comparação aos restantes. Ainda assim, está descrito que ambos os prognósticos de lesões do TFDS dentro do canal do carpo e de lesões musculotendíneas do TFDS são reservados, sendo que um programa de reabilitação que inclua o um período de descanso e de retoma gradual ao exercício, aumenta a possibilidade de retorno à capacidade de desempenho anterior à lesão (Dyson, 2010; Gates et al., 2021). No que respeita às lesões dos ramos do LSB do caso clínico 2, está descrito que a recidiva das mesmas é frequente em cavalos de desporto (Dyson & Genovese, 2010; Gibson, 2002) e, desta forma, considerando ser uma égua de lazer, o prognóstico poderá ser mais favorável. Ainda assim, o mesmo piora consideravelmente na presença de fibrose periligamentar, uma vez que está associada à formação de aderências (Dyson & Genovese, 2010; Gibson, 2002), pelo que a lesão crónica com fibrose associada do MAD deverá aguardar um prognóstico menos favorável.

De forma geral, a análise realizada ao tratamento implementado, incluindo a laserterapia, sugere que o mesmo produziu efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, contribuindo para o desaparecimento da dor à palpação e para a melhoria do padrão de locomoção de todos os cavalos. Quanto à ecografia, o efeito do tratamento em causa não se manifestou tão marcadamente, estando mesmo ausente em três das lesões descritas. A dor e a claudicação são sinais clínicos maioritariamente relacionados com a inflamação, e por isso o seu desaparecimento tende a ocorrer, ainda que a lesão subsista (Smith, 2008). Deve ponderar-se, assim, que a evolução da imagem ultrassonográfica de uma lesão pode, frequentemente, não acompanhar a evolução da dor e da claudicação.

5. Conclusão

O tratamento aplicado aos casos clínicos descritos neste trabalho demonstrou contribuir para a redução da dor e da claudicação, sendo que todos eles demonstraram o desaparecimento destes dois sinais clínicos, à exceção de uma estrutura do caso clínico 2. Pelo contrário, no que respeita à ecografia, o tratamento aplicado nem sempre coincidiu com uma alteração expressiva da ecografia, ainda que este seja um parâmetro que não foi avaliado a longo prazo e cuja evolução nem sempre acompanha a restante apresentação clínica do caso.

De uma forma geral, o protocolo de laserterapia utilizado revelou-se bastante adequado ao tratamento das lesões agudas. Ainda assim, o mesmo não se verificou para a evolução das lesões crónicas ou com patologia concomitante do ponto de vista ultrassonográfico, podendo necessitar de um protocolo mais adequado às mesmas. Por outro lado, destaca-se a utilização de parâmetros de avaliação de carácter subjetivo que, apesar de avaliados por um único médico veterinário, poderiam diferir entre clínicos.

A possibilidade futura de utilizar um LASER com maior potência e que permitisse ao utilizador escolher dentro de um intervalo de potências, é um fator que pode influenciar não só o número de fótons que chegam à profundidade definida por um dado comprimento de onda, como ainda representa a diminuição significativa do tempo de cada sessão.

É muito desejado pela comunidade veterinária um consenso de fundamentos que torne esta terapia mais esclarecedora e, conseqüentemente, comprovada cientificamente pelos seus resultados. No entanto, é importante analisar uma das razões pelas quais ainda parece existir uma discrepância tão grande nos métodos e resultados dos estudos até agora publicados: a vasta disponibilidade de equipamentos com características tão diferentes no mercado, que não permite o estabelecimento de protocolos standardizados. Isto prende-se não só com todos os fatores inerentes aos diferentes pacientes e patologias, mas também com as características das máquinas utilizadas.

Com vista a assegurar a evidência científica desta modalidade de tratamento, é necessária a realização de mais estudos padronizados e a utilização de métodos de avaliação mais objetivos, que permitam obter conclusões sobre a eficácia e replicabilidade de protocolos. No futuro, seria também interessante publicar-se uma revisão bibliográfica sobre este tema em equinos, que procure não só descrever de forma equitativa os resultados obtidos até agora, como esclarecer os critérios importantes a considerar na escolha deste tratamento, por forma a obter os melhores resultados possíveis. Em suma, importa transmitir os conhecimentos necessários à criação e implementação de um protocolo adequado a cada caso, independentemente da máquina que será utilizada para o efeito.

6. Perspetivas Futuras

A laserterapia revela-se como uma modalidade de tratamento que desperta, cada vez mais, o interesse de médicos veterinários na abordagem terapêutica de condições músculo-esqueléticas em equinos. Este trabalho sugere um efeito positivo da laserterapia como parte do tratamento de tendinopatias e desmopatias em equinos, tal como os estudos publicados até à data e mencionados anteriormente.

Ainda assim, é notória a reduzida quantidade de informação disponível sobre dosagens para cada patologia ou estrutura, aliada à vasta disponibilidade de equipamentos com características diferentes que, por sua vez, influenciam os parâmetros utilizados e limitam a replicabilidade dos protocolos. Verifica-se ainda que a escolha dos valores utilizados em protocolos advém muitas vezes da experiência do clínico responsável, não só com a patologia em causa, mas também com a máquina utilizada.

Desta forma, torna-se importante que a popularidade crescente da laserterapia seja acompanhada por estudos mais padronizados, utilizando uma população maior e mais homogénea, com a escolha de uma lesão de uma dada estrutura. Será interessante que estes mesmos estudos utilizem um grupo de controlo e vários grupos de tratamento para comparar, por exemplo, dois protocolos com doses diferentes; ou ainda a utilização da laserterapia de forma isolada e em conjunto com outras abordagens terapêuticas. Por fim, a integração de meios mais objetivos de avaliação também poderá revelar-se uma vantagem no registo científico deste tratamento.

Bibliografia

- Abergel, R. P., Lyons, R. F., Castel, J. C., Dwyer, R. M., & Uitto, J. (1987). Biostimulation of wound healing by lasers: experimental approaches in animal models and in fibroblast cultures. *The Journal of dermatologic surgery and oncology*, 13(2), 127–133. Doi: 10.1111/j.1524-4725.1987.tb00510.x
- Albertini, R., Aimbire, F. S., Correa, F. I., Ribeiro, W., Cogo, J. C., Antunes, E., ... & Lopes-Martins, R. A. (2004). Effects of different protocol doses of low power gallium-aluminum-arsenate (Ga-Al-As) LASER radiation (650 nm) on carrageenan induced rat paw oedema. *Journal of photochemistry and photobiology B: Biology*, 74(2-3), 101–107. Doi: 10.1016/j.jphotobiol.2004.03.002
- Amat, A., Rigau, J., Waynant, R. W., Ilev, I. K., Tomas, J., & Anders, J. J. (2005). Modification of the intrinsic fluorescence and the biochemical behavior of ATP after irradiation with visible and near-infrared laser light. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 81(1), 26–32. Doi: 10.1016/j.jphotobiol.2005.05.012
- Anders, J. J., Lanzafame, R. J., & Arany, P. R. (2015). Low-level light/LASER therapy versus photobiomodulation therapy. *Photomedicine and laser surgery*, 33(4), 183–184. Doi: 10.1089/pho.2015.9848
- Anderson, J. (2019). An overview of proximal suspensory ligament desmitis. *UK-Vet Equine*, 3(5), 175-181. Doi: 10.12968/ukve.2019.3.5.175
- Anderson, J. D. (2020). Class IV laser therapy – is there actually any evidence?, *BEVA - Annual Congress*, Birmingham, 152. Retrieved from: <https://www.ivis.org/library/beva/beva-annual-congress-birmingham-2019/class-iv-laser-therapy—there-actually-any-evidence> (Accessed: 12 September 2021).
- Anderson, R. R., & Parrish, J. A. (1983). Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science (New York, N. Y.)*, 220(4596), 524–527. <https://doi.org/10.1126/science.6836297>
- Ankri, R., Friedman, H., Savion, N., Kotev-Emeth, S., Breitbart, H., & Lubart, R. (2010). Visible light induces nitric oxide (NO) formation in sperm and endothelial cells. *Lasers in surgery and medicine*, 42(4), 348–352. Doi: 10.1002/lsm.20849
- ASALASER. (2021). MLS®: 3rd millennium laser therapy. Retrieved from: <https://www.asalaser.com/en/mlsr-laser-therapy>
- ASALASER VETERINARY. (2018). Guia de uso Mphi Equine. [Manual do utilizador]

ASAVETERINARY (2021a). MLS® laser therapy. Retrieved from:

<https://www.asaveterinary.com/en/therapies/mls-laser-therapy-in-veterinary>

ASAVETERINARY (2021b). Clinical cases. Retrieved from:

<https://www.asaveterinary.com/en/deepenings/case-studies-about-laser-therapy-in-dogs-cats-equine-exotic-animals>

Ball, K. A., Castello, P. R. & Poyton, R. O. (2011). Low intensity light stimulates nitrite-dependent nitric oxide synthesis but not oxygen consumption by cytochrome c oxidase: Implications for phototherapy. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 102(3), 182–191. Doi: 10.1016/j.jphotobiol.2010.12.002

Battle, E. F., Jr, & Hobbs, L. M. (2003). Laser therapy on darker ethnic skin. *Dermatologic clinics*, 21(4), 713–723. Doi: 10.1016/s0733-8635(03)00086-x

Baxter, G. M. (2020). Perineural and intrasynovial anesthesia. In G. M. Baxter (Ed.), *Adams & Stashak's Lameness in Horses, 7th Edition* (pp. 157-188). Hoboken, USA: Wiley Blackwell.

Bentz, B. (2015). Clinical pharmacology of the equine musculoskeletal system. In C. Cole, B. Bentz & L. Maxwell (Eds.), *Equine Pharmacology*, First Edition (pp.218-253). Iowa, USA: Wiley Blackwell.

Birch, H. L., Bailey, A. J., & Goodship, A. E. (1998). Macroscopic 'degeneration' of equine superficial digital flexor tendon is accompanied by a change in extracellular matrix composition. *Equine Veterinary Journal*, 30(6), 534–539. Doi: 10.1111/j.2042-3306.1998.tb04530.x

Birch, H. L., Bailey, J. V., Bailey, A. J., & Goodship, A. E. (1999). Age-related changes to the molecular and cellular components of equine flexor tendons. *Equine Veterinary Journal*, 31(5), 391–396. Doi: 10.1111/j.2042-3306.1999.tb03838.x

Birch, H. L., Sinclair, C., Goodship, A.E, & Smith, R. K. W. (2014). Tendon and ligament physiology. In K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor (Eds.), *Equine Sports Medicine and Surgery, Second edition* (pp. 168-185). China: Elsevier Ltd.

Bjordal, J. M., Johnson, M. I., Iversen, V., Aimbire, F., & Lopes-Martins, R. A. (2006). Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomedicine and laser surgery*, 24(2), 158–168. Doi: 10.1089/pho.2006.24.158

Blevins, B., Simoncic, J., Kiburz, D. (2019). Effect of MLS® laser therapy on pain and satisfaction for musculoskeletal conditions: a retrospective study. *Energy for Health*, 19, 10-13. Retrieved from: <https://www.asalaser.com/en/research-training/asa->

research-library/effect-mlsr-laser-therapy-pain-and-satisfaction-musculoskeletal-conditions-retrospective-study

- Bogdan C. (2001). Nitric oxide and the immune response. *Nature Immunology*, 2(10), 907–916. Doi: 10.1038/ni1001-907
- Bonilla-Gutiérrez, A. F., López, C. & Carmona, J. U. (2019). Regenerative therapies for the treatment of tenodesmic injuries in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 73, 139-147. Doi: 10.1016/j.jevs.2018.12.010
- Bortone, F., Santos, H. A., Albertini, R., Pesquero, J. B., Costa, M. S. & Silva, J. A., Jr (2008). Low level laser therapy modulates kinin receptors mRNA expression in the subplantar muscle of rat paw subjected to carrageenan-induced inflammation. *International immunopharmacology*, 8(2), 206–210. Doi: 10.1016/j.intimp.2007.09.004
- Bosch, S., Serra Bragança, F., Marin-Perianu, M., Marin-Perianu, R., van der Zwaag, B. J., Voskamp, J., Back, W., van Weeren, R., & Havinga, P. (2018). EquiMoves: A Wireless Networked Inertial Measurement System for Objective Examination of Horse Gait. *Sensors*, 18(3), 1-35. Doi: doi.org/10.3390/s18030850
- Boschi, E. S., Leite, C. E., Saciura, V. C., Caberlon, E., Lunardelli, A., Bitencourt, S., Melo, D. A., & Oliveira, J. R. (2008). Anti-Inflammatory effects of low-level laser therapy (660 nm) in the early phase in carrageenan-induced pleurisy in rat. *Lasers in surgery and medicine*, 40(7), 500–508. Doi: 10.1002/lsm.20658
- Bubeck, A. K. & Aarsvold, S. (2018). Diagnosis of soft tissue injury in the sport horse. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 34(2), 215-234. Doi: 10.1016/j.cveq.2018.04.009
- Budras, K. D., Sack, W. O., Röck, S. (2011). The thoracic limb. In K. D., Budras, W. O., Sack & S. Röck (Eds.), *Anatomy of the Horse* (pp. 4-14). Germany: Schlütersche
- Burger, E., Mendes, A. C., Bani, G. M., Brigagão, M. R., Santos, G. B., Malaquias, L. C., Chavasco, J. K., Verinaud, L. M., de Camargo, Z. P., Hamblin, M. R., & Sperandio, F. F. (2015). Low-level laser therapy to the mouse femur enhances the fungicidal response of neutrophils against *Paracoccidioides brasiliensis*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(2), 1-19. Doi: 10.1371/journal.pntd.0003541
- Calin, M. A. & Coman, T. (2011). The laser in veterinary medicine. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35(5), 351-357. Doi: 10.3906/vet-1010-543
- Cambier, D., Blom, K., Witvrouw, E. & Ollevier. The influence of low Intensity infrared laser irradiation on conduction characteristics of peripheral nerve: a randomised, controlled,

- double blind study on the sural nerve. *Lasers in Medical Science* 15(3), 195–200 (2000). Doi: 10.1007/PL00011317
- Campana, V. R., Moya, M., Gavotto, A., Soriano, F., Juri, H. O., Spitale, L. S., ... & Palma, J. A. (1999). The relative effects of He-Ne laser and meloxicam on experimentally Induced Inflammation. *Laser Therapy*, 11(1), 36–42. Doi:10.5978/islsm.11.36
- Campana, V., Moya, M., Gavotto, A., Simes, J. C., Spitale, L., Soriano, F., & Palma, J. A. (2003). He-Ne laser on microcrystalline arthropathies. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 21(2), 99–103. Doi: 10.1089/104454703765035529
- Castro, F. A., Schumacher, J. S., Pauwels, F., & Blackford, J. T. (2005). A new approach for perineural injection of the lateral palmar nerve in the horse. *Veterinary surgery*, 34(6), 539–542. Doi: 10.1111/j.1532-950X.2005.00084.x
- Cauvin, E. R. J. & Smith, R. K. W. (2014). Ultrasonography of the fetlock. In Kidd, J. A., Lu, K. G., Frazer, M. L. (Eds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp. 45-72). United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Cerdeira, C.D., Lima Brigagão, M.R.P., Carli, M.L., de Souza Ferreira, C., de Oliveira Isac Moraes, G., Hadad, H., Costa Hanemann, J.A., Hamblin, M.R. & Sperandio, F.F. (2016). Low-level laser therapy stimulates the oxidative burst in human neutrophils and increases their fungicidal capacity. *Journal of Biophotonics*, 9, 1180-1188. Doi: 10.1002/jbio.201600035
- Ceylan, Y., Hizmetli, S., & Siliğ, Y. (2004). The effects of infrared laser and medical treatments on pain and serotonin degradation products in patients with myofascial pain syndrome. A controlled trial. *Rheumatology international*, 24(5), 260–263. Doi: 10.1007/s00296-003-0348-6
- Chaudhry, H., Lynch, M., Schomacker, K., Birngruber, R., Gregory, K., & Kochevar, I. (1993). Relaxation of vascular smooth muscle induced by low-power laser radiation. *Photochemistry and photobiology*, 58(5), 661–669. Doi: 10.1111/j.1751-1097.1993.tb04949.x
- Chen, A. C., Arany, P. R., Huang, Y. Y., Tomkinson, E. M., Sharma, S. K., Kharkwal, G. B., Saleem, T., Mooney, D., Yull, F. E., Blackwell, T. S., & Hamblin, M. R. (2011). Low-level laser therapy activates NF-kB via generation of reactive oxygen species in mouse embryonic fibroblasts. *PloS one*, 6(7), e22453. Doi: 10.1371/journal.pone.0022453
- Chen, Y. J., Wang, Y. H., Wang, C. Z., Ho, M. L., Kuo, P. L., Huang, M. H., & Chen, C. H. (2014). Effect of low-level laser therapy on chronic compression of the dorsal root ganglion. *PloS one*, 9(3), e89894. Doi: 10.1371/journal.pone.0089894

- Chesen, A. B., Dabareiner, R. M., Chaffin, M. K., & Carter, G. K. (2009). Tendinitis of the proximal aspect of the superficial digital flexor tendon in horses: 12 cases (2000-2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(11), 1432–1436. <https://doi.org/10.2460/javma.234.11.1432>
- Chung, H., Dai, T., Sharma, S. K., Huang, Y. Y., Carroll, J. D., & Hamblin, M. R. (2012). The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Annals of biomedical engineering*, 40(2), 516–533. Doi: 10.1007/s10439-011-0454-7
- Coldren, L. A., Corzine, S. W., & Mashanovitch, M. L. (2012). *Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Conforti, M., & Fachinetti, G. P. (2013). High power laser therapy treatment compared to simple segmental physical rehabilitation in whiplash injuries (1° and 2° grade of the Quebec Task Force classification) involving muscles and ligaments. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 3(2), 106–111. Doi: 10.11138/mltj/2013.3.2.106
- Contino E. K. (2018). Management and rehabilitation of joint disease in sport horses. *The Veterinary clinics of North America. Equine Practice*, 34(2), 345–358. Doi: 10.1016/j.cveq.2018.04.007
- Cooley, K. (2015). Physiology of Pain. In M. E., Goldberg & N., Shaffran (Eds.), *Pain Management for Veterinary Technicians and Nurses* (pp. 30-40). Iowa, USA: Wiley-Blackwell.
- Crowe, O. M., Dyson, S. J., Wright, I. M., Schramme, M. C., & Smith, R. K. (2004). Treatment of chronic or recurrent proximal suspensory desmitis using radial pressure wave therapy in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 36(4), 313–316. Doi: 10.2746/0425164044890562
- Dahlgren, L. A. (2007). Pathobiology of tendon and ligament injuries. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(3), 168–173. Doi: 10.1053/j.ctep.2007.08.002
- Dahlgren, L. A., Mohammed, H. O., & Nixon, A. J. (2005). Temporal expression of growth factors and matrix molecules in healing tendon lesions. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 23(1), 84–92. Doi: 10.1016/j.orthres.2004.05.007
- Davidson, E. J. (2016). Controlled exercise in equine rehabilitation. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 32(1), 159–165. Doi: 10.1016/j.cveq.2015.12.012
- de Almeida, P., Tomazoni, S. S., Frigo, L., de Carvalho, P., Vanin, A. A., Santos, L. A., Albuquerque-Pontes, G. M., De Marchi, T., Tairova, O., Marcos, R. L., Lopes-Martins, R. Á., & Leal-Junior, E. C. (2014). What is the best treatment to decrease pro-

- inflammatory cytokine release in acute skeletal muscle injury induced by trauma in rats: low-level laser therapy, diclofenac, or cryotherapy?. *Lasers in medical science*, 29(2), 653–658. Doi: 10.1007/s10103-013-1377-3
- Denoix, J. M. (1994a). Functional anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (Manus and Pes). *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 10(2), 273–322. Doi: 10.1016/S0749-0739(17)30358-9
- Desmet, K. D., Paz, D. A., Corry, J. J., Eells, J. T., Wong-Riley, M. T., Henry, M. M., ... Whelan, H. T. (2006). Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Photomedicine and Laser Surgery*, 24(2), 121–128. Doi: 10.1089/pho.2006.24.121
- Dillenburg, C. S., Almeida, L. O., Martins, M. D., Squarize, C. H., & Castilho, R. M. (2014). Laser phototherapy triggers the production of reactive oxygen species in oral epithelial cells without inducing DNA damage. *Journal of biomedical optics*, 19(4), 048002. Doi: 10.1117/1.JBO.19.4.048002
- dos Santos, S. A., Alves, A. C., Leal-Junior, E. C., Albertini, R., Vieira, R. P., Ligeiro, A. P., Junior, J. A., & de Carvalho, P. (2014). Comparative analysis of two low-level laser doses on the expression of inflammatory mediators and on neutrophils and macrophages in acute joint inflammation. *Lasers in medical science*, 29(3), 1051–1058. Doi: 10.1007/s10103-013-1467-2
- Dube, A., Bansal, H., Gupta, P.K. (2003). Modulation of macrophage structure and function by low level He-Ne laser irradiation. *Photochemical and Photobiological Sciences*, 2(8), 851–855. Doi: 10.1039/b301233f
- Dyson S. J. (2004). Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses (1992–2000). *Equine Veterinary Journal*, 36(5), 415–419. Doi: 10.2746/0425164044868422
- Dyson, S. (2007). Diagnosis and Management of Common Suspensory Lesions in the Forelimbs and Hindlimbs of Sport Horses. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(3), 179–188. Doi: 10.1053/j.ctep.2007.08.004
- Dyson, S. J. (2010). The Carpal Canal and Carpal Synovial Sheath. In S. J., Dyson & M. W., Ross (Eds.), *Lameness in The Horse, Second Edition* (pp. 777–780). Missouri, USA: Elsevier.
- Dyson, S. J. & Genovese, R. L. (2010). The Suspensory Apparatus. In S. J., Dyson & M. W., Ross (Eds.), *Lameness in The Horse, Second Edition* (pp. 738–760). Missouri, USA: Elsevier.

- Dyson, S. J. & Romero, J. M. (1993). An investigation of injection techniques for local analgesia of the equine distal tarsus and proximal metatarsus. *Equine Veterinary Journal*, 25(1), 30–35. Doi: 10.1111/j.2042-3306.1993.tb02897.x
- Dyson, S. J., Nagy, A. (2014). The challenge of diagnosing soft tissue injuries in the palmar aspect of the carpus. *Equine Veterinary Education*, 7(26), 353-356. Doi: 10.1111/eve.12192
- Dyson, S. J., Arthur, R. M., Palmer, S. E., & Richardson, D. (1995). Suspensory ligament desmitis. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 11(2), 177–215. Doi: 10.1016/s0749-0739(17)30319-x
- Enwemeka C. S. (2009). Intricacies of dose in laser phototherapy for tissue repair and pain relief. *Photomedicine and Laser Surgery*, 27(3), 387–393. Doi: 10.1089/pho.2009.2503
- Ezzati, K., Fekrazad, R., & Raoufi, Z. (2019). The Effects of Photobiomodulation Therapy on Post-Surgical Pain. *Journal of lasers in medical sciences*, 10(2), 79–85. Doi: 10.15171/jlms.2019.13
- Ezzati, K., Laakso, E. L., Salari, A., Hasannejad, A., Fekrazad, R. & Aris, A. (2020). The Beneficial Effects of High-Intensity Laser Therapy and Co-Interventions on Musculoskeletal Pain Management: A Systematic Review. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 11(1), 81–90. Doi: 10.15171/jlms.2020.14
- Fackelman G. E. (1973). The nature of tendon damage and its repair. *Equine veterinary journal*, 5(4), 141–149. Doi: 10.1111/j.2042-3306.1973.tb03214.x
- Fails, A. D. (2020). Functional Anatomy of the Equine Musculoskeletal System. In G. M. Baxter (Ed.), *Adams & Stashak's Lameness in Horses, 7th Edition* (pp. 1-65). Hoboken, USA: Wiley Blackwell.
- Farivar, S., Malekshahabi, T., & Shiari, R. (2014). Biological effects of low-level laser therapy. *Journal of lasers in medical sciences*, 5(2), 58–62.
- Fesseha, Haben. (2020). Laser therapy and its potential application in veterinary practice – a review. *HSOA Journal of Light & Laser: Current Trends*, 3, 1-9. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/341322206_Laser_Thrapy_and_its_Potential_Application_in_Veterinary_Practice-A_Review
- Ford, T., Ross, M., & Orsini, P. (1988). A comparison of methods for proximal metacarpal anaesthesia in horses. *Veterinary Surgery*, 18(146), 146-150. Doi: 10.1111/j.1532-950X.1989.tb01059.x

- Fortuna, D. (2017). High-intensity laser therapy for the equine patient. In Ronald J. R. & John C. G. Jr. (Eds.), *Laser Therapy in Veterinary Medicine, Photobiomodulation* (pp. 415-419). Iowa, USA: Wiley Blackwell.
- Fortuna, D. & Masotti, L. (2010). The HILT domain by the pulse intensity fluence (pif) formula. *Energy for Health*, 5, 12-19. Retrieved from:
<https://www.asalaser.com/en/research-training/asa-research-library/hilt-domain-pulse-intensity-fluence-pif-formula>
- Fortuna, D., Rossi, G. Paolini, C., Magi, A., Losani, F., Fallaci, S., ... Venturini, A. (2002). The Nd:YAG pulsed waveLASER as support therapy in the treatment of tenodesmopathies of athlete horses: a clinical and an experimental trial. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 4903, 105-118.
Doi:10.1117/12.486622.
- Fung, D. T., Ng, G. Y., Leung, M. C., & Tay, D. K. (2002). Therapeutic low energy laser improves the mechanical strength of repairing medial collateral ligament. *Lasers in surgery and medicine*, 31(2), 91–96. Doi: 10.1002/lsm.10083
- Gates, S., Hinnigan, G., Rich, A., Ricci, E., & Owen, K. (2021). A case series of five horses with superficial digital flexor tendon lesions in the carpal canal. *Journal of Equine Veterinary Science*, 103, 103656. Doi: 10.1016/j.jevs.2021.103656
- Geburek, F., Gaus, M., van Schie, H. T., Rohn, K., & Stadler, P. M. (2016). Effect of intralesional platelet-rich plasma (PRP) treatment on clinical and ultrasonographic parameters in equine naturally occurring superficial digital flexor tendinopathies - a randomized prospective controlled clinical trial. *BMC Veterinary Research*, 12(1), 191. Doi: 10.1186/s12917-016-0826-1
- Gibson, K. T. & Steel, C. M. (2002). Conditions of the suspensory ligament causing lameness in horses. *Equine Veterinary Education*, 14(1), 39-50. Doi: 10.1111/j.2042-3292.2002.tb00137.x
- Gillis, C. (2014). Soft tissue injuries: tendinitis and desmitis. In K. W. Hinchcliff, A. J., Kaneps & R. J., Geor (Eds.), *Equine Sports Medicine & Surgery*, Second Edition (pp. 399-418). United Kingdom: Elsevier.
- Godlewska, M., Soroko, M., Zielińska, P. (2020). assesment of vein diameter and body surface temperature after high-intensity laser therapy (HILT) on the tarsal joint in healthy horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 93, 1-4. Doi: 10.1016/j.jevs.2020.103198

- Goodrich, L. R. (2020). Tendon and ligament injuries and disease. In G. M. Baxter (Ed.), *Adam's and Stashak's Lameness in Horses, Seventh Edition* (pp. 849-859). New Jersey, USA: Wiley-Blackwell.
- Guerra, F., Vieira, C. P., Almeida, M. S., Oliveira, L. P., de Aro, A. A., & Pimentel, E. R. (2013). LLLT improves tendon healing through increase of MMP activity and collagen synthesis. *Lasers In Medical Science*, 28(5), 1281–1288. Doi: 10.1007/s10103-012-1236-7
- Hagiwara, S., Iwasaka, H., Okuda, K. & Noguchi, T. (2007). GaAIs (830 nm) low-level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats. *Lasers in Surgery and Medicine*, 39(10), Doi: 10.1002/lsm.20583
- Hausler, K. K., & Erb, H. N. (2006). Mechanical nociceptive thresholds in the axial skeleton of horses. *Equine Veterinary Journal*, 38(1), 70–75. Doi: 10.2746/042516406775374315
- Heus, P. D., Oossanen, G. V., Dierendonck, M.V. & Back, W. (2010). A pressure algometer is a useful tool to objectively monitor the effect of diagnostic palpation by a physiotherapist in warmblood horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30(6), 310-321. Doi: 10.1016/j.jevs.2010.04.010
- Hochman L. (2018). Photobiomodulation therapy in veterinary medicine: a review. *Topics in Companion Animal Medicine*, 33(3), 83–88. Doi: 10.1053/j.tcam.2018.06.004
- Hsieh, Y. L., Hong, C. Z., Chou, L. W., Yang, S. A. & Yang, C. C. (2015). Fluence-dependent effects of low-level laser therapy in myofascial trigger spots on modulation of biochemicals associated with pain in a rabbit model. *Lasers in medical science*, 30(1), 209–216. Doi: 10.1007/s10103-014-1654-9
- Hu, W. P., Wang, J. J., Yu, C. L., Lan, C. C., Chen, G. S., & Yu, H. S. (2007). Helium-neon laser irradiation stimulates cell proliferation through photostimulatory effects in mitochondria. *The Journal of Investigative Dermatology*, 127(8), 2048–2057. Doi: 10.1038/sj.jid.5700826
- Iacopetti, I., Perazzi, A., Maniero, V. & Martinello, T. (2015). Effect of MLS® laser therapy with different dose regimes for the treatment of experimentally induced tendinopathy in sheep: pilot study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 33(3), 154–163. Doi: 10.1089/pho.2014.3775
- Jimbo, K., Noda, K., Suzuki, K. & Yoda, K. (1998). Suppressive effects of low-power Laser irradiation on bradykinin evoked action potentials in cultured murine dorsal root

- ganglion cells. *Neuroscience Letters*, 240(2), 93–96. Doi: 10.1016/s0304-3940(97)00935-x
- Karu, T. I. (1996). Effects of low-power light on biological systems. *Proceedings SPIE*, Barcelona, 2630, 1-9. Doi: 10.1117/12.230023
- Karu, T. I., Pyatibrat, L. V., & Afanasyeva, N. I. (2005). Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide. *Lasers in surgery and medicine*, 36(4), 307–314. <https://doi.org/10.1002/lsm.20148>
- Karu, T. I., Pyatibrat, L. V., & Kalendo, G. S. (2001). Studies into the action specifics of a pulsed GaAs laser ($\lambda=820$ nm) on a cell culture. *Lasers Life Science*, 9, 211-217. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/288139229_Studies_into_the_action_specifics_of_a_pulsed_GaAlAs_laser_l_820_nm_on_a_cell_culture_II_Enhancement_of_the_adhesive_properties_of_cellular_membranes_Dependence_on_the_dark_period_between_pulses
- Karu, T. I., Pyatibrat, L. V., Kolyakov, S. F., & Afanasyeva, N. I. (2005). Absorption measurements of a cell monolayer relevant to phototherapy: reduction of cytochrome c oxidase under near IR radiation. *Journal Of Photochemistry and Photobiology. B, Biology*, 81(2), 98–106. Doi: 10.1016/j.jphotobiol.2005.07.002
- Katz U. (1995). Cellular water content and volume regulation in animal cells. *Cell Biochemistry and Function*, 13(3), 189–193. Doi: 10.1002/cbf.290130309
- Keegan, K. G (2020). Objective assessment of lameness. In G. M., Baxter (Ed.), *Adam's and Stashak's Lameness in Horses, Seventh Edition* (pp. 139-156). New Jersey, USA: Wiley-Blackwell.
- Keene, S. A. (2014). The science of light biostimulation and low level laser therapy (LLLT). *Hair transplant forum international*, 24(6), 207-209. Doi: 10.33589/24.6.0201
- Keg, P. R., van den Belt, A. J., Merkens, H. W., Barneveld, A., & Dik, K. J. (1992). The effect of regional nerve blocks on the lameness caused by collagenase induced tendonitis in the midmetacarpal region of the horse: a study using gait analysis, and ultrasonography to determine tendon healing. *Zentralblatt fur Veterinarmedizin. Reihe A*, 39(5), 349–364. Doi: 10.1111/j.1439-0442.1992.tb00192.x
- Kim, G. J., Choi, J., Lee, S., Jeon, C., & Lee, K. (2016). The effects of high intensity laser therapy on pain and function in patients with knee osteoarthritis. *Journal of physical therapy science*, 28(11), 3197–3199. Doi: 10.1589/jpts.28.3197

- Kümmerle, J. M., Theiss, F., Smith, R. K. W. (2019). Diagnosis and Management of Tendon and Ligament Disorders. In J. A. Auer, J. A. Stick, J. M. Kümmerle & T. Prange (Eds.), *Equine Surgery, 5th edition* (pp. 1411-1445). Missouri, United States of America: Elsevier.
- Laakso, L., & Cramond, T., Richardson, C. & Galligan, J. (2004). Plasma acth and β -endorphin levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points. *Laser therapy*, 6(14), 45-53. Doi: 10.5978/islm.14.0_45
- Lavi, R., Shainberg, A., Friedmann, H., Shneyvays, V., Rickover, O., Eichler, M., Kaplan, D., & Lubart, R. (2003). Low energy visible light induces reactive oxygen species generation and stimulates an increase of intracellular calcium concentration in cardiac cells. *The Journal of Biological Chemistry*, 278(42), 40917–40922. Doi: 10.1074/jbc.M303034200
- Lavi, R., Shainberg, A., Shneyvays, V., Hochauser, E., Isaac, A., Zinman, T., Friedmann, H., & Lubart, R. (2010). Detailed analysis of reactive oxygen species induced by visible light in various cell types. *Lasers in Surgery and Medicine*, 42(6), 473–480. Doi: 10.1002/lsm.20919
- Leal Junior, E. C., Lopes-Martins, R. A., Frigo, L., De Marchi, T., Rossi, R. P., de Godoi, V., Tomazoni, S. S., Silva, D. P., Basso, M., Filho, P. L., de Valls Corsetti, F., Iversen, V. V., & Bjordal, J. M. (2010). Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(8), 524–532. Doi: 10.2519/jospt.2010.3294
- Lin, T. W., Cardenas, L., & Soslowsky, L. J. (2004). Biomechanics of tendon injury and repair. *Journal of Biomechanics*, 37(6), 865–877. Doi: 10.1016/j.jbiomech.2003.11.005
- Linardi, R. L., Dodson, M. E., Moss, K. L., King, W. J., & Ortved, K. F. (2019). the effect of autologous protein solution on the inflammatory cascade in stimulated equine chondrocytes. *Frontiers in veterinary science*, 6, 64. Doi: 10.3389/fvets.2019.00064
- Lopes-Martins, R. A., Albertini, R., Martins, P. S., Bjordal, J. M. & Faria Neto, H. C. (2005). Spontaneous effects of low-level laser therapy (650 nm) in acute inflammatory mouse pleurisy induced by carrageenan. *Photomedicine and Laser Surgery*, 23(4), 377–381. Doi: 10.1089/pho.2005.23.377
- Lubart, R., Eichler, M., Lavi, R., Friedman, H., & Shainberg, A. (2005). Low-energy laser irradiation promotes cellular redox activity. *Photomedicine and Laser Surgery*, 23(1), 3–9. <https://doi.org/10.1089/pho.2005.23.3>

- Manchini, M. T., Serra, A. J., Feliciano, R., Santana, E. T., Antônio, E. L., de Tarso Camillo de Carvalho, P., Montemor, J., Crajoinas, R. O., Girardi, A. C., Tucci, P. J., & Silva, J. A., Jr (2014). Amelioration of cardiac function and activation of anti-inflammatory vasoactive peptides expression in the rat myocardium by low level laser therapy. *PloS One*, 9(7), 1-10. Doi: 10.1371/89ornal.pone.0101270
- Meireles, A., Rocha, P. N., Rosa, C. T. & Silva, L. I. (2012). Avaliação do papel de opioides endógenos na analgesia do laser de baixa potência, 820 nm, em joelho de ratos Wistar. *Revista Dor*, 23(2), 152-5. Doi: 10.1590/S1806-00132012000200011
- Minshall, G. J., & Wright, I. M. (2006). Arthroscopic diagnosis and treatment of intra-articular insertional injuries of the suspensory ligament branches in 18 horses. *Equine Veterinary Journal*, 38(1), 10–14. Doi: 10.2746/042516406775374243
- Mitchell, U. H., & Mack, G. L. (2013). Low-level laser treatment with near-infrared light increases venous nitric oxide levels acutely: a single-blind, randomized clinical trial of efficacy. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 92(2), 151–156. Doi: 10.1097/PHM.0b013e318269d70a
- Mizutani, K., Musya, Y., Wakae, K., Kobayashi, T., Tobe, M., Taira, K., & Harada, T. (2004). A clinical study on serum prostaglandin E2 with low-level laser therapy. *Photomedicine and Laser Surgery*, 22(6), 537–539. Doi: 10.1089/pho.2004.22.537
- Moncada, S., & Erusalimsky, J. D. (2002). Does nitric oxide modulate mitochondrial energy generation and apoptosis?. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, 3(3), 214–220. Doi: 10.1038/nrm762
- Monici, M., Gnerucci, A., Falconi, T., & Bani, D. (2018). Laser therapy penetration depth: a near-infrared study on a horse tendon model. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal*, 8(2), 222-228. Doi: 10.11138/MLTJ/2018.8.2.222
- Oliveira, F. S., Pinfieldi, C. E., Parizoto, N. A., Liebano, R. E., Bossini, P. S., Garcia, E. B., & Ferreira, L. M. (2009). Effect of low-level laser therapy (830 nm) with different therapy regimes on the process of tissue repair in partial lesion calcaneus tendon. *Lasers in Surgery and Medicine*, 41(4), 271–276. Doi: 10.1002/lsm.20760
- Ortved K. F. (2018). Regenerative Medicine and Rehabilitation for Tendinous and Ligamentous Injuries in Sport Horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine practice*, 34(2), 359–373. Doi: 10.1016/j.cveq.2018.04.012
- Ortved, K. F. & Bertone, A. L. (2020). The Metacarpus and Metatarsus. In G. M., Baxter, G. M. (Ed.), *Adam's and Stashak's Lameness in Horses, Seventh Edition* (pp. 563-595). New Jersey, USA: Wiley-Blackwell.

- Oshiro, W., Lou, J., Xing, X., Tu, Y., & Manske, P. R. (2003). Flexor tendon healing in the rat: a histologic and gene expression study. *The Journal of Hand Surgery*, 28(5), 814–823. Doi: 10.1016/s0363-5023(03)00366-6
- Palgrave, K. & Kidd, J. (2014). Introduction. In J. A. Kidd, K. G. Lu, M. L. Frazer (Eds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp.1-22). United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Patterson-Kane, J. C., Becker, D. L. & Rich, T. (2012). The pathogenesis of tendon microdamage in athletes: the horse as a natural model for basic cellular research. *Journal of Comparative Pathology*, 147(2-3), 227–247. Doi: 10.1016/j.jcpa.2012.05.010
- Patterson-Kane, J. C., Parry, D. A., Birch, H. L., Goodship, A. E., & Firth, E. C. (1997). An age-related study of morphology and cross-link composition of collagen fibrils in the digital flexor tendons of young thoroughbred horses. *Connective Tissue Research*, 36(3), 253–260. Doi: 10.3109/03008209709160225
- Pires, D., Xavier, M., Araújo, T., Silva, J. A., Jr, Aimbire, F., & Albertini, R. (2011). Low-level laser therapy (LLLT; 780 nm) acts differently on mRNA expression of anti- and pro-inflammatory mediators in an experimental model of collagenase-induced tendinitis in rat. *Lasers in Medical Science*, 26(1), 85–94. Doi: 10.1007/s10103-010-0811-z
- Pluim, M. (2019). *High power laser therapy in tendon injuries – what is the evidence?* Paper presented at the European Veterinary Conference, Voordjaarsdagen.
- Pluim, M., Martens, A., Vanderperren, K., Sarrazin, S., Koene, M., Luciani, A., ... Delesalle, C. (2018). Short- and long-term follow-up of 150 sports horses diagnosed with tendinopathy or desmopathy by ultrasonographic examination and treated with high-power laser therapy. *Research in veterinary science*, 119, 232–238. Doi: 10.1016/j.rvsc.2018.06.003
- Pluim, M., Martens, A., Vanderperren, K., van Weeren, R., Oosterlinck, M., Dewulf, J., ... Delesalle, C. (2020). High-power laser therapy improves healing of the equine suspensory branch in a standardized lesion model. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(600), 1-12. Doi: 10.3389/fvets.2020.00600
- Pongratz, U., Licka, T. (2017). Algometry to measure pain threshold in the horse's back – An in vivo and in vitro study. *BMC Veterinary Research*, 13(80), 1-8. Doi: 10.1186/s12917-017-1002-y
- Porter, M. (1992). Therapeutic lasers. *Journal of Equine Veterinary Science*, 12(1), 49-56. Doi: 10.1016/S0737-0806(06)81388-2

- Prianti, A. C., Jr, Silva, J. A., Jr, Dos Santos, R. F., Rosseti, I. B., & Costa, M. S. (2014). Low-level laser therapy (LLLT) reduces the COX-2 mRNA expression in both subplantar and total brain tissues in the model of peripheral inflammation induced by administration of carrageenan. *Lasers in Medical Science*, 29(4), 1397–1403. Doi: 10.1007/s10103-014-1543-2
- Prindeze, N. J., Moffatt, L. T., & Shupp, J. W. (2012). Mechanisms of action for light therapy: a review of molecular interactions. *Experimental Biology And Medicine (Maywood, N.J.)*, 237(11), 1241–1248. Doi: 10.1258/ebm.2012.012180
- Pryor, B., & Millis, D. L. (2015). Therapeutic laser in veterinary medicine. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45(1), 45–56. Doi: 10.1016/j.cvsm.2014.09.003
- Quiney, L., Murray, R., & Dyson, S. (2020). Management of primary injuries of the medial collateral ligament of the carpus in two horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 86, 1-6. Doi: 10.1016/j.jevs.2019.102878
- Rantanen, N. W., Jorgensen, J. S. & Genovese, R. L. (2010). Ultrasonographic evaluation of the equine limb: technique. In S. J. Dyson & M. W. Ross (Eds.), *Lameness in The Horse, Second Edition* (pp. 182-205). Missouri, USA: Elsevier.
- Redaelli, V., Bergero, D., Zucca, E., Ferrucci, F., Costa, L. N., Crosta, L., Luzi, F. (2014). Use of thermography techniques in equines: principles and applications. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34(3), 345-350. Doi: 10.1016/j.jevs.2013.07.007.
- Riegel, R. J. (2017). Fundamentals of equine laser therapy. In Ronald J. R. & John C. G. Jr. (Eds.), *Laser Therapy in Veterinary Medicine, Photobiomodulation* (pp. 337-343). West Sussex, UK; Iowa, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Riegel, R. J. (2017). The history of laser therapy. In R. J., Riegel. & J. C. Jr., Godbold, (Eds.), *Laser Therapy in Veterinary Medicine, Photobiomodulation* (pp. 3-6). West Sussex, UK; Iowa, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Riegel, R. J. & Godbold, J. C. Jr. (2017). Fundamental information. In R. J., Riegel. & J. C. Jr., Godbold, (Eds.), *Laser Therapy in Veterinary Medicine, Photobiomodulation* (pp. 9-18). West Sussex, UK; Iowa, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Riley, G. P. (2005). Gene expression and matrix turnover in overused and damaged tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 15(4), 241–251. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00456.x>
- Rodrigues, N. C., Brunelli, R., Abreu, D. C., Fernandes, K., Parizotto, N. A. & Renno, A. C. (2014). Morphological aspects and Cox-2 expression after exposure to 780-nm laser

- therapy in injured skeletal muscle: an in vivo study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(5), 395–401. Doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0057
- Rumian, A. P., Wallace, A. L., & Birch, H. L. (2007). Tendons and ligaments are anatomically distinct but overlap in molecular and morphological features--a comparative study in an ovine model. *Journal of Orthopaedic Research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 25(4), 458–464. Doi: doi.org/10.1002/jor.20218
- Safavi, S. M., Kazemi, B., Esmaeili, M., Fallah, A., Modarresi, A., & Mir, M. (2008). Effects of low-level He-Ne laser irradiation on the gene expression of IL-1beta, TNF-alpha, IFN-gamma, TGF-beta, bFGF, and PDGF in rat's gingiva. *Lasers in Medical Science*, 23(3), 331–335. Doi: 10.1007/s10103-007-0491-5
- Sakurai, Y., Yamaguchi, M., & Abiko, Y. (2000). Inhibitory effect of low-level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *European Journal of Oral Sciences*, 108(1), 29–34. Doi: 10.1034/j.1600-0722.2000.00783.x
- Sato, T., Kawatani, M., Takeshige, C., & Matsumoto, I. (1994). Ga-Al-As laser irradiation inhibits neuronal activity associated with inflammation. *Acupuncture & Electro-Therapeutics Research*, 19(2-3), 141–151. Doi: 10.3727/036012994816357312
- Schramme, M., Hunter, S., Campbell, N., Blikslager, A., & Smith, R. (2010). A surgical tendonitis model in horses: technique, clinical, ultrasonographic and histological characterisation. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology: V.C.O.T.*, 23(4), 231–239. Doi: 10.3415/VCOT-09-10-0106
- Sekhejane, P. R., Houreld, N. N., & Abrahamse, H. (2011). Irradiation at 636 nm positively affects diabetic wounded and hypoxic cells in vitro. *Photomedicine and Laser Surgery*, 29(8), 521–530. Doi: 10.1089/pho.2010.2877
- Smith, J. J. (2017). General principles of laser therapy. In Ronald J. R. & John C. G. Jr. (Eds.), *Laser Therapy in Veterinary Medicine, Photobiomodulation* (pp. 55-66). Iowa, USA: Wiley Blackwell.
- Smith, R. & Schramme, M. (2003). Tendon injury in the horse: current theories and therapies. *In Practice*, 25(9), 529-539. Doi: 10.1136/inpract.25.9.529.
- Smith, R. K. W. (2008). Tendon and ligament injury. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, 54, 475-501. Retrieved from: <https://aaep.org/sites/default/files/issues/proceedings-08proceedings-z9100108000475.pdf>

- Smith, R. K. W. (2010). Chapter 68: Pathophysiology of tendon injury. In S. J., Dyson & M. W., Ross (Eds.), *Lameness in The Horse, Second Edition* (pp. 694-706). Missouri, USA: Elsevier.
- Smith, R. K. W. & Cauvin, E. R. J. (2014). Ultrasonography of the metacarpus and metatarsus. In Kidd, J. A., Lu, K. G., Frazer, M. L. (Eds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp. 73-105). United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Spriet, M. (2020). Computed Tomography. In G. M., Baxter (Ed.), *Adam's and Stashak's Lameness in Horses, Seventh Edition* (pp. 376-86). New Jersey, USA: Wiley-Blackwell.
- Tomaz de Magalhães, M., Núñez, S. C., Kato, I. T., & Ribeiro, M. S. (2016). Light therapy modulates serotonin levels and blood flow in women with headache. A preliminary study. *Experimental Biology and Medicine (Maywood, N.J.)*, 241(1), 40–45. Doi: 10.1177/1535370215596383
- Tormos, K. V., Anso, E., Hamanaka, R. B., Eisenbart, J., Joseph, J., Kalyanaraman, B., & Chandel, N. S. (2011). Mitochondrial complex III ROS regulate adipocyte differentiation. *Cell Metabolism*, 14(4), 537–544. Doi: 10.1016/j.cmet.2011.08.007
- Tsai, W. C., Hsu, C. C., Pang, J. H., Lin, M. S., Chen, Y. H., & Liang, F. C. (2012). Low-level laser irradiation stimulates tenocyte migration with up-regulation of dynamin II expression. *PloS One*, 7(5), e38235. Doi: 10.1371/journal.pone.0038235
- Tsuchiya, K., Kawatani, M., Takeshige, C., & Matsumoto, I. (1994). Laser irradiation abates neuronal responses to nociceptive stimulation of rat-paw skin. *Brain Research Bulletin*, 34(4), 369–374. [https://doi.org/10.1016/0361-9230\(94\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0361-9230(94)90031-0)
- Tsuzaki, M., Guyton, G., Garrett, W., Archambault, J. M., Herzog, W., Almekinders, L., Bynum, D., Yang, X., & Banes, A. J. (2003). IL-1 beta induces COX2, MMP-1, -3 and -13, ADAMTS-4, IL-1 beta and IL-6 in human tendon cells. *Journal of Orthopaedic Research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 21(2), 256–264. Doi: 10.1016/S0736-0266(02)00141-9
- Turrens J. F. (2003). Mitochondrial formation of reactive oxygen species. *The Journal Of Physiology*, 552(Pt 2), 335–344. Doi: 10.1113/jphysiol.2003.049478
- Vignali, Caruso, Gervasi & Cialdai (2017). MLS laser therapy in the treatment of patients affected by Tendinopathies. *Energy for Health*, 16, 11-15. Retrieved from: <https://www.asalaser.com/en/research-training/asa-research-library/mlsr-laser-therapy-treatment-patients-affected-tendinopathies>
- Vignali, L., Cialdai, F. & Monici, M. (2011). Effects of MLS® laser on myoblast cell line C2C12. *Energy for Health*, 7, 12-18. Retrieved from:

<https://www.asalaser.com/en/research-training/asa-research-library/effects-mlsr-laser-myoblast-cell-line-c2c12>

- Wakabayashi, H., Hamba, M., Matsumoto, K. & Tachibana, H. (1993). Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation. *Lasers in Surgery and Medicine*, 13(6), 605-610. Doi: 10.1002/lsm.1900130603
- Werpy, N. M., & Denoix, J. M. (2012). Imaging of the equine proximal suspensory ligament. *The Veterinary clinics of North America. Equine Practice*, 28(3), 507–525. Doi: 10.1016/j.cveq.2012.08.005
- Wilmink, J., Wilson, A. M., & Goodship, A. E. (1992). Functional significance of the morphology and micromechanics of collagen fibers in relation to partial rupture of the superficial digital flexor tendon in racehorses. *Research in Veterinary Science*, 53(3), 354–359. Doi: 10.1016/0034-5288(92)90139-s
- Wood, V. T., Pinfield, C. E., Neves, M. A., Parizoto, N. A., Hochman, B., & Ferreira, L. M. (2010). Collagen changes and realignment induced by low-level laser therapy and low-intensity ultrasound in the calcaneal tendon. *Lasers in Surgery and Medicine*, 42(6), 559–565. Doi: 10.1002/lsm.20932
- Wu, Z. H., Zhou, Y., Chen, J. Y., & Zhou, L. W. (2010). Mitochondrial signaling for histamine releases in laser-irradiated RBL-2H3 mast cells. *Lasers in Surgery and Medicine*, 42(6), 503–509. Doi: 10.1002/lsm.20924
- Yam, M. F., Loh, Y. C., Tan, C. S., Khadijah Adam, S., Abdul Manan, N., & Basir, R. (2018). General Pathways of Pain Sensation and the Major Neurotransmitters Involved in Pain Regulation. *International journal of molecular sciences*, 19(8), 2164. <https://doi.org/10.3390/ijms19082164>
- Zauscher, J. M., Estrada, R., Edinger, J. & Lischer, C. J. (2013). The proximal aspect of the suspensory ligament in the horse: How precise are ultrasonographic measurements? *Equine Veterinary Journal*, 45(2), 164-169. Doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00597.x
- Zielińska, P., Nicpoń, J., Kielbowicz, Z. & Soroko, M. (2020). Effects of high intensity laser therapy in the treatment of tendon and ligament injuries in performance horses. *Animals*, 10(8), 1-12. Doi: 10.3390/ani10081327

APÊNDICES

Apêndice I – Doses HILT para ligamentos e tendões de equinos

Tabela I: Resumo de doses de HILT publicadas em artigos científicos para o tratamento de lesões de tendões e ligamentos em equinos.

Ano	Autor	Estrutura	Dose	Potência	Frequência	Comprimento de onda	Nº de sessões
2002	Fortuna et al.	TFDS, TFDP, LSB	110 mJ	3,2 W de potência média (Pmed)	29 Hz	1604 nm	30 sessões em 6 a 8 semanas
			130 mJ	4,2 W Pmed	33 Hz	1604 nm	
			150 mJ	6 W Pmed	40 Hz	1604 nm	
2018	Pluim et al.	TFDS, TFDP, LSB	250 J/cm ³	15,000 mW de potência máxima (Pmáx)	–	635, 660, 810, 980 nm em simultâneo	Diário durante 2 semanas
2019	Quiney, Murray & Dyson	Ligamento colateral medial do carpo (fase aguda)	270 mJ/pulso; 1458 J totais	8.10 kW Pmed	30 Hz	1064 nm	5 dias
		Ligamento colateral medial do carpo (fase crónica)	1260 mJ/pulso; 6804 J totais	12.6 mW Pmed	10 Hz		22 a 25 tratamentos a cada dois dias
2020	Zielińska et al.	TFDS, TFDP, LSB	16 J/cm ²	5 W Pmed	700 Hz	808 nm	4 sessões a cada 24 horas; 4 sessões a cada 72 horas e 3 sessões a cada 96 horas
			16 J/cm ²	4 w Pmed	1000 Hz	980 nm	
2020	Pluim et al.	Ramos LSB	–	15 W Pmáx	–	635 a 980 nm	Diário durante 4 semanas

Díodos que operam em simultâneo, mas com potências, frequências e comprimentos de onda diferentes.

– : não mencionado no estudo.

Apêndice II – Ficha individual de registo de casos

FICHA INDIVIDUAL DE LASERTERAPIA EM TENDINOPATIAS E DESMOPATIAS

Nome do equino: _____ Idade: _____ Raça: _____

Aptidão: _____ Proprietário: _____ Contacto: _____

Informação Adicional: _____

Data da Lesão: ____/____/____ Data do Diagnóstico: ____/____/____

Médico Veterinário responsável: _____

História Clínica Prévia:

Registo do Exame Locomotor (Estático e Dinâmico):

Grau de Dor: _____
Grau de Claudicação: _____

Registo do Exame Ecográfico:

Grau de Ecografia: _____

Diagnóstico final: _____

FICHA INDIVIDUAL DE LASERTERAPIA EM TENDINOPATIAS E DESMOPATIAS

Protocolo de Laserterapia Implementado:

Internamento ☐

Ambulatório ☐

Nº da Sessão	Data	Notas / Medicação	MV

Notas Adicionais/Importantes:

--

FICHA INDIVIDUAL DE LASERTERAPIA EM TENDINOPATIAS E DESMOPATIAS

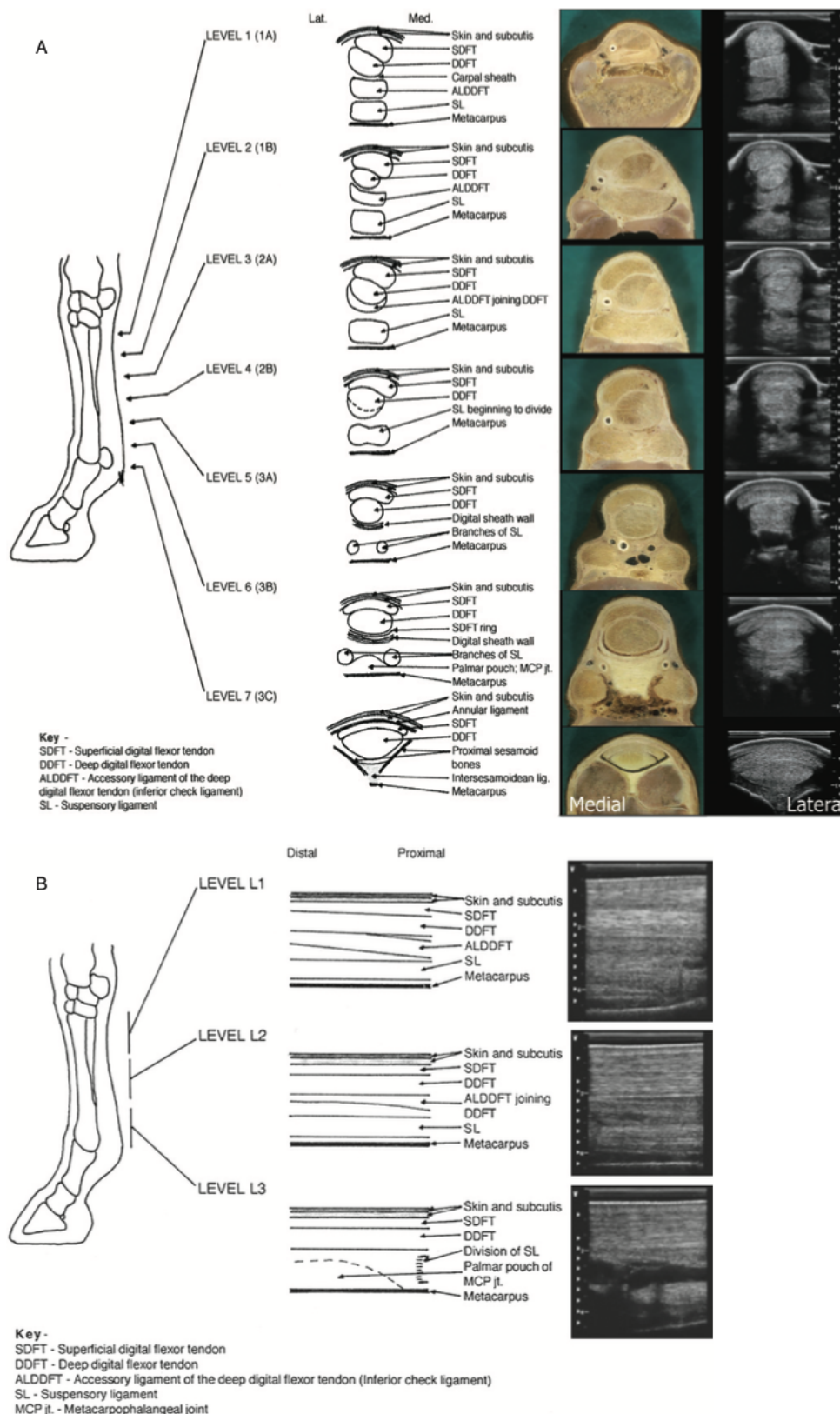
Registo de Controlo da Patologia:

Data e MV	Exame Locomotor (Estático e Dinâmico)	Exame Ecográfico
	Grau de Dor: Grau de Claudicação:	Grau de Ecografia:
	Grau de Dor: Grau de Claudicação:	Grau de Ecografia:
	Grau de Dor: Grau de Claudicação:	Grau de Ecografia:
	Grau de Dor: Grau de Claudicação:	Grau de Ecografia:
	Grau de Dor: Grau de Claudicação:	Grau de Ecografia:

ANEXOS

Anexo I – Classificação das regiões anatómicas à ecografia

Figura I: Sistema de classificação da região anatómica à ecografia da porção distal dos membros (Adaptado de Smith & Cauvin, 2014).



Anexo II – Classificação dos lasers segundo a fonte

Tabela II: Classificação dos lasers segundo a fonte de emissão (Adaptado de Calin & Coman, 2011).

Fonte	Comprimento de onda (λ)
LASER de CO ₂	10,6000 nm
LASER do Ião Árgon (Ar ⁺)	488 – 514 nm
LASER He-Ne	632,816 nm
LASER de corante/tinta	450 – 900 nm
LASER diódo	670-980 nm
LASER Nd:YAG	1064 nm
LASER Ho:YAG	2120 nm
LASER Er:YAG	2940 nm
LASER Ruby	694 nm

Anexo III - Classificação de perigo dos lasers

Tabela III: Classificação de perigo dos lasers (Adaptado de *Food and Drug Administration*, 2021; Harvard, 2018; Rigel & Godbold, 2017).

Classe	Descrição do equipamento
Classe 1	Considerado incapaz de emitir níveis prejudiciais de radiação. Muitas vezes são equipados com uma proteção que impede ou limita o acesso da radiação. Exemplos: CDs, impressoras a laser.
Classe 1M	Considerado incapaz de criar exposição perigosa à radiação quando utilizados nas condições normais de operação do equipamento. A exceção ocorre se forem utilizados instrumentos óticos de magnificação, como lupas ou telescópios.
Classe 2	Lasers de baixa potência, limitados ao máximo de 1mW em emissão contínua e que emitem radiação visível. Emitem um feixe muito brilhante e, por isso, a resposta de aversão do olho humano (equivalente a 0.25 segundos) assegura a proteção dos olhos. Se este tempo de visualização direta do feixe for excedido, torna-se um equipamento perigoso. Exemplos: scanners para leitura de código de barras.
Classe 2M	Com potência inferior a 1mW e restantes características iguais à Classe 2. No entanto, quando visualizados com instrumentos óticos consideram-se potencialmente perigosos.
Classe 3R	Anteriormente denominada Classe 3A. Engloba os lasers visíveis com potência até 5mW e os lasers até 400 nm (lasers ultravioleta) ou superiores a 700 nm (lasers infravermelhos) com potência entre 1 a 5 vezes aquela de um LASER de Classe I. Consideram-se de baixo perigo, à exceção de quando visualizados diretamente por longos períodos de tempo. Não possuem risco de incêndio ou de reflexão difusa. Exemplo: ponteiros laser.
Classe 3B	Lasers com potência de 5 mW a 500 mW. Possuem perigo ocular quando visualizados diretamente ou por reflexão, sendo por isso imperativa a utilização de óculos protetores específicos para este equipamento. Não são, normalmente, considerados como lasers com potencial risco de incêndio. Exemplo: projetores com luz laser, lasers industriais, lasers terapêuticos.
Classe 4	Lasers com uma potência superior a 500mW, que pode queimar a pele ou causar danos oculares permanentes. Visualização direta, difusa ou indireta do feixe é considerada perigosa – sendo imperativa a utilização de proteção ocular específica. Podem inflamar materiais combustíveis, representando risco de incêndio quando têm uma densidade de potência maior que 2 W/cm ² . Exemplo: lasers cirúrgicos, lasers terapêuticos, lasers industriais.

Anexo IV – Doses e sessões de laserterapia para equinos

Tabela IV: Doses de laserterapia para equinos (Adaptado de Riegel & Godbold, 2017).

Estrutura	Dose	Notas
Feridas ou lesões dérmicas (abrasões, lacerações, incisões pós-operatórias)	$6 \pm 4 \text{ J/cm}^2$	
Estruturas superficiais (TFDS, TFDP, LSB)	$12 \pm 5 \text{ J/cm}^2$	
Musculatura profunda (toracolombar, cervical e músculos glúteos)	$25 \pm 10 \text{ J/cm}^2$	
Articulações	$20 \pm 5 \text{ J/cm}^2$	
Grandes articulações (femoropatelar e femorotibial)	$25 \pm 5 \text{ J/cm}^2$	
Área lombossacra, articulação sacroilíaca e músculos regionais	$30 \pm 10 \text{ J/cm}^2$	
Pontos de gatilho	$4 \pm 2 \text{ J/cm}^2$	
Pontos de acupuntura superficiais	80 – 200 J/ponto	0.5 W em modo pulsado
Pontos de acupuntura profundos	125 – 200 J/ponto	

Tabela V: Frequência de tratamentos com laserterapia para equinos (Adaptado de Riegel & Godbold, 2017).

Estádio da patologia	Intervalos de tratamento gerais
Agudo	Tratar diariamente até ocorrer uma resposta clínica significativa. Posteriormente, tratar com menor frequência até a patologia melhorar ou resolver por completo.
Crónico	Tratar dia sim, dia não durante várias sessões até se notar uma resposta clínica significativa. Posteriormente, tratar com menor frequência até alcançar o objetivo terapêutico. A partir deste momento, pode tratar-se periodicamente, de forma a manter este objetivo.

Anexo V – Frequências apropriadas a cada tecido

Tabela VI: Frequência de pulsos adequada a cada tecido (Adaptado de Redondo & Stephens, 2019).

Tecido	Frequência Relativa	Intervalo de Valores	Características
Osso	Baixa	<500 Hz	Células densas fortemente compactadas, com pouco conteúdo em água – maior tempo de dissipação de calor.
Tecidos de Conexão (tendões, ligamentos)	Média	500-2000 Hz	A densidade e espaçamento das células encontra-se entre o osso e o músculo.
Músculo	Alta	2000-10,000 Hz	Células com maior conteúdo de água – menor tempo de dissipação de calor.
Derme	Muito alta	> 10,000 Hz	Muito porosa e com capacidade de “ventilação”. As suas lesões envolvem, normalmente, bactérias – que são mais pequenas e menos densas do que as células, dissipando mais rápido o calor.