



UNIVERSIDADE

LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE EQUINOS SUBMETIDOS A UM TREINO COM A PASSADEIRA AQUÁTICA

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de mestre em Medicina Veterinária, orientada por Professora Doutora Clarisse Coelho e Mestre Carolina Nascimento.

Tiffany Moreira Gonçalves Peniche, nº 21803881

2025

www.ulusofona.pt



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE EQUINOS SUBMETIDOS A UM TREINO COM A PASSADEIRA AQUÁTICA

VERSÃO FINAL

Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa, no dia 12/ 03/2025, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º: 193/2025, de 12 de Março, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutora Cátia Marques
Arguente: Prof. Doutor Tiago Ramos Pereira (ICBAS, Universidade do Porto)
Orientador: Prof. Doutora Clárisse Coelho
Este trabalho também foi orientado pela Prof. Doutora Carolina Nascimento.

Tiffany Moreira Gonçalves Peniche, nº 21803881

2025

www.ulusofona.pt

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer à Faculdade de Medicina Veterinária, da Universidade Lusófona e aos docentes, que estiveram presentes durante estes longos seis anos de curso.

À minha orientadora, Clarisse Coelho, pelo apoio incondicional e pela orientação neste projeto fantástico. Agradeço também todo o conhecimento que me transmitiu durante todo este processo, quer seja a nível profissional bem como pessoal.

À Carolina Nascimento por ter disponibilizado tanto o seu estabelecimento como os seus cavalos, para a realização do meu projeto final.

Também quero mostrar o meu agradecimento ao Gonçalo Freire, Manuel Nicolau e Filipa Silvestre pela ajuda imprescindível neste trabalho árduo.

À minha família, especialmente à minha avó e aos meus pais, quero agradecer todo o apoio e força que me deram, durante este percurso e por me terem concedido a possibilidade de seguir este meu grande sonho.

Às minhas amigas da faculdade, especialmente à Beatriz Saraiva, Carolina Santos, Maria Razões, Marta Sousa, Sara Mestre e Victoria Reis, por ouvirem os meus áudios e me apoiarem nos bons e maus momentos da vida.

À Sara Mestre, prima, por ter perdido o seu tempo a ouvir todos os meus áudios e me ter aturado e ajudado durante todo este percurso.

À Carolina Santos, *guapita*, por ceder as minhas vontades, para andar a cavalo e por me aturar nos bons e maus momentos de minha vida.

Ao David Batalha, por me ter ajudado a ser quem sou hoje, tal como o apoio incansável nesta fase da minha vida onde mais precisei de suporte.

À BMC e a Equi24 por todo o conhecimento e aprendizagem adquiridos a nível veterinário e quero agradecer bastante por me terem recebido de braços abertos e com bondade.

Por fim, quero agradecer aos meus gatos, Alex, Remy e Woody, por todo o amor, carinho e apoio que me deram, especialmente por secarem cada lágrima causada pela pausa pedagógica. No entanto, quero enviar um grande abraço ao Alex, por já não se encontrar entre nós e por continuar a cuidar de mim mesmo não estando comigo fisicamente.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar a hipótese do treino em passeadeira aquática (PA) alterar a composição corporal dos cavalos de salto de obstáculos. Seis equinos, com ~16 anos de idade, ~578 kg, em nível moderado de competição e considerados clinicamente aptos para competir, foram avaliados antes (M1) e após (M2) um protocolo de treino que incluiu a PA (20 minutos (min), duas vezes/ semana, altura da água ao nível do carpo) a uma conhecida sequência de exercícios regulares durante 10 semanas. Os animais serviram como o seu próprio controlo, pois realizam estes exercícios durante um ano. Em ambas as ocasiões, a espessura do *Longissimus dorsi* (LD) e a gordura da garupa (GG) foram examinadas através de ecografia realizada em ambos os lados, e o peso corporal (PC) foi registado. Estes parâmetros foram utilizados para calcular a percentagem de gordura corporal (GC), a massa gorda (MG) e a massa livre de gordura (MLG). Os dados foram analisados através do teste t ($p < 0,05$). Foi observado um aumento significativo do PC (~550,5 vs. 587,0 kg), diretamente relacionado com o ganho de MLG (485,1 vs. 520,1 kg). A MG manteve-se inalterada (65,4 vs. 66,9 kg), uma vez que não foram observadas alterações significativas na espessura do GG (0,69 vs. 0,59 cm). A espessura do LD de ambos os lados manteve-se inalterada. Conclui-se que o treino de PA resultou em alterações na composição corporal caracterizadas principalmente pelo ganho de massa muscular que pode estar diretamente relacionado com o trabalho na água.

Palavras-chave: gordura corporal, massa muscular, treinamento, exercício.

ABSTRACT

The objective of this study was to test the hypothesis that a water treadmill (WT) training alters body composition of show jumping horses. Six horses, ~16 years-old, ~578 kg, at a moderate level of competition and considered clinically fit to compete, were evaluated before (M1) and after (M2) a training protocol that included the WT (20min, twice/week, water level height at the carpus) to a well-known sequence of regular exercises for 10 weeks. Animals served as their own control as they have been performing those exercises for one year. On both occasions, thickness of the *Longissimus dorsi* (LD) and rump fat (RF) were examined through ultrasound performed on both sides, and body weight (BW) was recorded. Those parameters were used to calculate the percentage of body fat (BF), fat mass (FM) and fat-free mass (FFM). Data was analyzed using t-test ($p < 0.05$). A significant increase of BW was observed (~550.5 vs. 587.0 kg), directly related to a FFM gain (485.1 vs. 520.1 kg). FM remained unchanged (65.4 vs. 66.9 kg), as no significant changes were observed for RF thickness (0.69 vs. 0.59 cm). LD thickness from both sides remained unchanged. In conclusion, WT training resulted in body composition changes characterized mainly by the gain in muscle mass that can be directly related to working in the water.

Key-words: body fat, lean mass, training, exercise.

LISTA DE ABREVIATURAS/ SIGLAS E SÍMBOLOS

% - Percentagem

AST – Aspartato Aminotransferase

bpm – Batimentos por minuto

CK – Creatina Quinase

cm - Centímetros

ECC – Score da condição corporal

FC – Frequência Cardíaca

FCpico – Frequência Cardíaca Pico

FR – Frequência Respiratória

GG – Gordura da garupa

GPS - Global Positioning System

h – Hora

kcal – Quilocalorias

kg – Quilogramas

km/h – Quilómetro por hora

LC–Lactato

LD – *Longissimus dorsi*

LDH – alactato desidrogenase

m– Metros

m/s – Metros por segundo

MG – Massa gorda

mg/dL – Miligrama por decilitro

mil – Milímetros

min – Minuto

MLG – Massa livre de gordura

mmol/l – Milimole por litro

O₂ – Oxigénio

°C – Graus Celsius

PA – Passadeira aquática

PC – Peso corporal

PG – Percentagem de gordura

PRETR – Pré-treino

PT – perímetro torácico

rpm – Respirações por minuto

TR – Pós-treino

TSO – Teste de Campo de Saltos de Obstáculos

UI/L – Unidade Internacional por litro

VO₂ – Consumo de Oxigénio

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABELAS	10
CASUÍSTICA DE ESTÁGIO.....	11
1.1 <i>Vétérinaire</i> Chantilly- BMC & MENNESSIER	11
1.2 EQUI 24.....	12
I. INTRODUÇÃO	15
1. Fisiologia do exercício	15
2. Salto de obstáculos	16
3. Treino físico.....	18
4. Passadeira Aquática.....	21
5. Composição corporal	24
5.1 Longissimus dorsi	25
5.2 Gordura da garupa.....	26
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1 Animais	28
2.2 Delineamento do estudo	28
2.3 Avaliação da composição corporal	28
2.3 Programa de treino físico de 10 semanas.....	29
2.4 Análise estatística.....	31
III. RESULTADOS.....	32
IV. DISCUSSÃO	34
V. CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição da casuística de exames complementares realizados na Clínica BMC&MENNESSIER.	1
Figura 2. Casuística de exames complementares realizados na Equi 24.....	4
Figura 3. Passadeira aquática (Davies, 2023).....	11
Figura 4. Imagens da realização da avaliação ultrassonográfica da espessura do Longissimus dorsi. .	19
Figura 5. (A) Imagens anatômica e ecográfica retiradas de Fonseca (2021) da região toracolombar do equino, em corte transversal, identificando 1- m. LD; 2- m. multifidus; 3- processo espinhoso; 4- processo articular cranial da vértebra caudal; 5. Processo articular caudal da vértebra cranial; 6- processo transverso. (B) Imagem obtida de um dos equinos usados no projeto, mostrando a medição do LD usando o programa ImageJ.....	20
Figura 6. Imagens da localização e realização da avaliação ultrassonográfica da espessura da gordura da garupa.....	20
Figura 7. (A) Imagem ecográfica retiradas de Martins (2022) da região de mensuração da gordura da garupa do equino, identificando RFT- espessura da gordura da garupa; GS- m. glúteo superficial; GM- m. glúteo médio. (B) Imagem obtida de um dos equinos usados no projeto, mostrando a área de medição da GG. (MG) e massa livre de gordura (MLG) foram calculadas com base no peso corporal e na PG (Manso Filho et al., 2009; Cunha et al., 2022).	21

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Número de casos observados durante o estágio realizado na BMC	2
Tabela 2. Programa de treino específico para cavalos de obstáculos usando passadeira aquática.....	22
Tabela 3. Características basais e de performance para seleção dos animais usados.....	2
Tabela 4. Alterações na composição corporal associadas a um programa de treino físico de dez semanas usando passadeira aquática para equinos usados em provas de salto de obstáculos.....	3

CASUÍSTICA DE ESTÁGIO

A seguinte descrição tem como principal objetivo descrever todas as atividades realizadas nos estabelecimentos onde a autora efetuou os seus estágios curriculares de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária da Universidade Lusófona.

A autora realizou o seu estágio em dois locais diferentes, ambos de regime ambulatorio e na área de equinos. O primeiro estágio realizou-se na BMC&MENNESSIER localizado em Chantilly, França, no período de Outubro de 2023 a Janeiro de 2024, sob orientação do Doutor Jean Charles Lepeudry. Quanto ao segundo estágio, foi realizado na Equi24, localizado na Lourinhã, Portugal, no período de Fevereiro de 2024 a Março de 2024, sob orientação da Doutora Cecília Rodrigo Leal.

1.1 *Vétérinaire Chantilly*- BMC & MENNESSIER

A escolha da Clínica BMC&MENNESSIER foi feita devido à elevada casuística de casos ortopédicos a nível de cavalos de corrida. Teve uma duração de três meses, com um horário semanal de 39 horas. Durante este período, os casos clínicos maioritariamente observados e recorrentes foram fraturas de falanges e rutura de tendões, foram observados cerca de 40 a 60 casos com estas patologias. Devido a estes fenómenos, foram utilizados como meios complementares essenciais para o diagnóstico, a ecografia, com a finalidade de permitir concluir a localização exata da rutura, e o uso de imagens radiográficas, para permitir identificar, não só a localização da fratura como a sua gravidade.

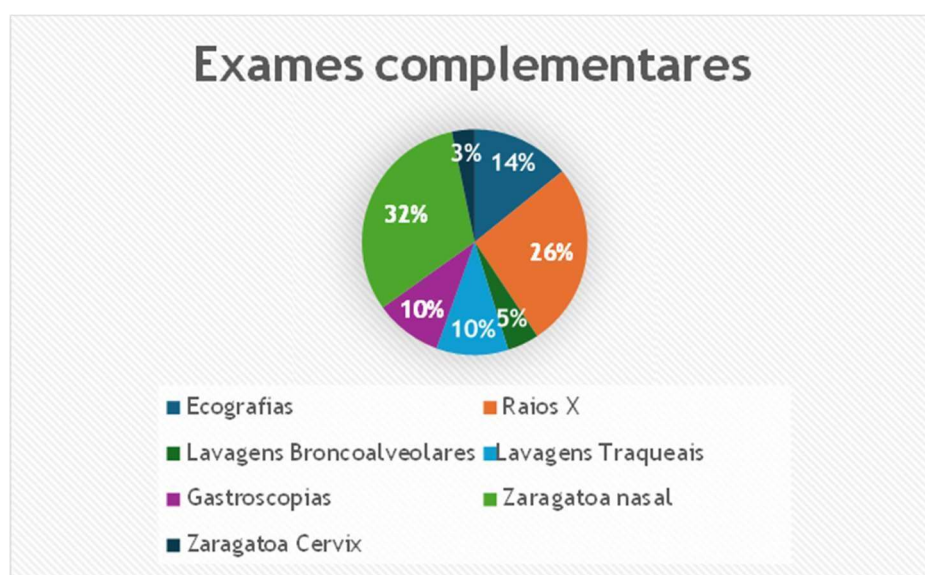


Figura 1. Distribuição da casuística de exames complementares realizados na Clínica BMC&MENNESSIER.

Tabela 1. Número de casos observados durante o estágio realizado na BMC

Casos observados	Número de casos observados
Abscesso de córnea	3
Asma equina	5
Castrações	10
Cólica	7
Fratura de estruturas ósseas	45
Fratura de estruturas tendíneas	53
<i>Kissing spine</i>	3
Mesoterapia	6
Tendinite	17
<i>Case licks</i>	12

Os principais exames complementares acompanhados, além das ecografias e radiografias supracitadas (Figura 1), incluíram lavagens broncoalveolares e traqueais para avaliar as secreções das vias respiratórias, gastroscopias para a identificação de possíveis úlceras gástricas e zaragatoas de cérvix e nasal.

A clínica acompanhava, principalmente, cavalos de corrida entre os dois e três anos de idade, faixa etária com mais incidência em Chantilly. Para garantir que os mesmos estivessem aptos para participar nas corridas, eram realizados exames físicos e exames de claudicação antes, e após as mesmas para prever e prevenir qualquer tipo lesão na sua participação. Estes exames eram realizados para evitar lesões de recuperação complicada que por sua vez poderiam afetar a sua carreira desportiva.

Para além disto, foi possível ver e realizar a colocação de cateteres, aplicar vacinas contra herpes vírus e influenza associada com tétano, administrar por via intravenosas vitaminas, especialmente realizadas após as corridas, acompanhar exames de atos de compra, seleção e execução de meios de contenção, recolher e interpretar análises sanguíneas, administrar anti-inflamatórios e antibióticos e colocar/remover pensos.

Na área de cirurgia, a autora pôde acompanhar e auxiliar em orquiectomias realizadas em equinos entre os três e quatro anos de idade e cirurgias de *Caslick* realizadas em éguas, na

sua grande parte, com um ano de idade. Esta cirurgia era realizada devido a má conformação da vulva de algumas éguas, levando ao acúmulo de ar na vagina (pneumovagina), causando um desconforto na realização dos treinos.

Ainda, no estágio a autora pôde também acompanhar a realização de crioterapia com azoto (nitrogénio líquido). Seu objetivo foi modular a inflamação na zona da lesão, pois ao promover uma irritação local, levou a aceleração do processo de cicatrização. Neste caso particular, foi utilizado numa rutura de tendão flexor digital profundo.

1.2 EQUI 24

O segundo estágio foi selecionado por abranger a área de cavalos de desporto e lazer, permitindo assim visualizar casos mais comuns na rotina a campo de um veterinário de equinos. Teve duração de um mês, com um horário semanal de 32 horas.

Por ter sido realizado na época reprodutiva, foi possível acompanhar ciclos reprodutivos, efetuar controlos e diagnóstico de gestação e aplicar técnicas de reprodução assistida. A autora acompanhava e avaliava sempre o mesmo conjunto de éguas constituído por seis recetoras e uma dadora. Para o processo de fertilização ser eficiente e mostrar bons resultados, foi feito um controlo reprodutivo minucioso tanto da dadora como das recetoras para permitir a sincronização de ambas e assim então, possibilitar a transferência de embriões.

Foram acompanhados casos envolvendo lesões músculo-esqueléticas com indicação da acupuntura. Este procedimento era realizado principalmente para tratamento da musculatura do dorso, dos glúteos e pescoço, tais como problemas na locomoção ou certos movimentos indesejados no trabalho. Para diagnosticar a área afetada, era realizada a palpação de pontos de acupuntura já pré-definidos.

Também foi possível acompanhar vários casos de odontologia. As dentisterias eram efetuadas, maioritariamente, devido a falta de controlo dos proprietários e a sua indicação era diagnosticada através da palpação de pontas dentárias e, quando presente, da manifestação de dor na manipulação da articulação temporomandibular.

Na parte de cirurgia, a autora acompanhou a extração de um sialólito, que se formou devido a acumulação de saliva a nível do ducto salivar, a extração de um sarcoma a nível do dorso de um cavalo de pelagem ruça e também uma castração num equino de três anos.

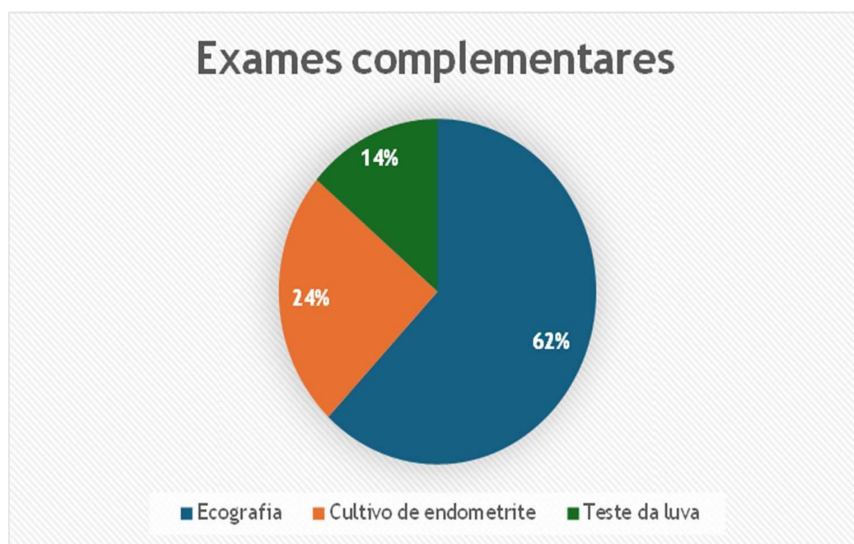


Figura 2. Casuística de exames complementares realizados na Equi 24

Para além disto, foi possível ver e administrar vacinas contra a influenza e tétano, promover desparasitações contra os estrongilídeos e a realização de análises sanguíneas para a diagnóstico de piroplamose.

Foram acompanhados vários exames complementares (Figura 2) durante a realização do estágio, dentre os quais a utilização de ecografia para o controlo e diagnóstico de gestação, testes microbiológicos para endometrite, realizado principalmente nas éguas recetoras, e o teste da luva, para diagnosticar a abundância e presença de areia e prever possíveis cólicas por areia.

Este estágio permitiu a autora obter uma aprendizagem considerável na área reprodutiva, bem como na medicina desportiva. Do mesmo modo, foi possível aprimorar a comunicação entre veterinário e proprietário, e adquirir uma maior e melhor independência, quer na resolução de problemas quer na aquisição do material veterinário mais adequado.

I. INTRODUÇÃO

1. Fisiologia do exercício

A fisiologia do exercício consiste em compreender as respostas do organismo quando o mesmo é submetido aos diferentes tipos de atividades físicas, desde as mais simples até aquelas consideradas de alto rendimento (Lima *et al.*, 2021). É uma ferramenta essencial para avaliar os equinos nos diferentes programas de treino, caracterizar o seu desempenho desportivo, avaliar a adaptação destes atletas aos fatores de *stress* provocados pela prática da atividade física e, mais recentemente, determinar as condições de bem-estar animal (Costa *et al.*, 2021). Além disso, visa minimizar a ocorrência de lesões (Navas de Solis, 2019).

Os testes a campo de exercício são realizados, normalmente, no ambiente onde o equino realiza o treino. Estes sinalizam se as sessões de atividade física são adequadas na preparação do cavalo para a competição. Porém, não avaliam o desempenho máximo dos equinos. Os testes em laboratório, com a utilização de passadeiras, apresentam uma alta precisão quanto à avaliação dos parâmetros fisiológicos, são feitos em ambiente controlado e permitem o uso de instrumentos sofisticados. No entanto, não refletem a realidade que o animal enfrenta a campo, além de serem mais onerosos (Allen *et al.*, 2015).

Os parâmetros fisiológicos, hematológicos e bioquímicos são frequentemente usados para caracterizar o desempenho atlético e variam consoante a intensidade e a duração do exercício (Gomes *et al.*, 2019). De entre as principais avaliações feitas, destaca-se o a monitorização de frequência cardíaca (FC), concentração de lactato sanguíneo (LC) e captação de oxigénio (O₂). A resposta da FC e do LC ao exercício não dependem apenas da capacidade aeróbia, mas também da saúde do animal e dos parâmetros herdados, como a raça e a conformação corporal (Bitschnau *et al.*, 2010).

De entre as principais adaptações fisiológicas provocadas pelo exercício está o aumento do fluxo sanguíneo e o fornecimento de oxigénio aos músculos (Hinchcliff *et al.*, 2013). Em resposta ao treino, o músculo esquelético pode ainda sofrer alterações na composição do tipo de fibra, nas propriedades metabólicas e no tamanho das fibras (Hinchcliff *et al.*, 2013). O aumento da vascularização do músculo através dos capilares, bem como o aumento da concentração de mioglobina e glicogénio, provoca o aumento da disponibilidade de O₂ (Janicki *et al.*, 2011).

Os equinos têm grandes reservas de substrato intramuscular que estão disponíveis para serem usados durante o exercício físico. O glicogénio e a gordura são fontes de energia essenciais para a realização de um treino em cavalos (Vermeulen *et al.*, 2017), sendo a oxidação

de gordura a principal fonte de energia para um treino de resistência e a glicólise anaeróbia para um treino de alta intensidade. De uma forma resumida, a produção aeróbia de adenosina trifosfato (ATP) é um processo relativamente lento, mas eficiente, enquanto as vias anaeróbias produzem energia mais rapidamente, mas ineficientemente. Embora ambas as vias sejam ativas durante o exercício, a contribuição relativa de cada uma depende da intensidade, duração, da composição do tipo de fibra e da disponibilidade de oxigênio (Rivero, 2004), sendo também dependentes do bom funcionamento do sistema respiratório e cardiovascular (Hinchcliff *et al.*, 2008).

A nível cardíaco, o exercício vai provocar adaptações estruturais e funcionais no sistema cardiovascular, tais como o aumento do volume sanguíneo e diastólico, das fibras miocárdicas, da força e velocidade de contração e aumento da massa e o volume ventricular (Hinchcliff *et al.*, 2013). A FC fornece informações sobre a aptidão e intensidade de um teste de exercício (Allen *et al.*, 2015) e aumenta gradualmente conforme o aumento da intensidade do exercício (Gomes *et al.*, 2019).

Relativamente a nível respiratório, ocorre o aumento da disponibilidade de O₂ para os músculos e o organismo. O volume de oxigênio (VO₂), utilizado durante o exercício, é condicionado pelo consumo do músculo, mas também pelo aumento do teor de hemoglobina no sangue. O VO₂ pode aumentar até 35 vezes mais em comparação com o nível em repouso (3-4 ml/kg/min), sendo diretamente proporcional com a intensidade de esforço. Em repouso, o fluxo sanguíneo, é bastante baixo, no entanto, durante o treino, ocorrem contrações musculares intensas que podem aumentar, este fluxo, até 30 vezes mais do que na fase inicial. Este efeito é o resultado de alterações metabólicas locais, tais como a acumulação de LC, a libertação de iões de potássio e o aumento da temperatura (Janicki *et al.*, 2011).

2. Salto de obstáculos

Os saltos de obstáculos são um desporto olímpico que teve início nos tempos de guerra e caça. Foi apenas em 1700 que esta disciplina começou a ser popular e utilizada para fins desportivos. Entre 1865 e 1866 ocorreram os primeiros torneios de obstáculos em Roma e Paris, e em 1900, foi introduzido nas Olimpíadas. Devido a isso, a partir de 1917, foram criadas federações, como a Federação Equestre Internacional e a *American Horse Show*, para permitir realizar estes torneios de forma mais segura e imparcial possível (Glesener, 2023). Nos últimos anos, o interesse comercial pelas raças de cavalos de desporto, com bom temperamento,

fisionomia e desempenho desportivo aumentou consideravelmente (Roman-Popovici *et al.*, 2015).

O objetivo de uma competição é completar um percurso de obstáculos sem exceder o tempo imposto pelo júri, sem derrubar a barra e no tempo mais rápido possível (Chatel *et al.*, 2021). O cavalo deve, então, transferir o seu próprio peso, com o do cavaleiro sobre o obstáculo (Rudmienze & Fernãte, 2023). O percurso tem início no preciso momento em que a dupla indica o início de prova (New Zealand, 2021). A prova é constituída entre 10 a 14 obstáculos (St. George *et al.*, 2021), não podendo exceder 1,70 metros (m) de altura, e os 2,00 m de largura, com exceção das barras triplas que podem ter uma largura máxima de 2,20 m e salto de água não poderá exceder 4,00 m (FEI, 2024).

As exigências específicas nas diferentes utilizações dos equinos provocaram alterações no físico dos cavalos e reforçaram a diferenciação entre raças e desportos equestres (Demin *et al.*, 2021). As raças mais frequentemente usadas na atualidade nas provas de salto de obstáculos são as raças de sangue quente, ou seja, o Sela Francesa, *Holsteiner*, *Trakehner*, *Oldenburg*, *Belgian Sport horse*, *Warmblood Belga*, *Irish Sport Horse*, que, para além de terem uma boa conformação atlética, têm também predisposição genética para saltos, bom desempenho desportivo, bom temperamento e carácter mental (Górecka-Bruzda & Jezierski, 2010)

É um desporto bastante exigente que requer movimentos motores relativamente complexos, tais como a força, a velocidade, o equilíbrio, a potência e a resistência, exigindo habilidades técnicas e preparação física da parte do cavalo e do cavaleiro (Kirsch *et al.*, 2022; St. George *et al.*, 2021). Os animais devem ser capazes de saltar obstáculos com precisão e cuidado, mas também devem ter flexibilidade e capacidade de realizar curvas apertadas (Jesse *et al.*, 2014). Se os equinos não estão bem preparados, podem ocorrer lesões e diminuição do desempenho devido ao *stress* físico e fisiológico nas estruturas musculoesqueléticas (Chatel *et al.*, 2021). Assim, estes atletas devem ser treinados de maneira apropriada (Rudmienze & Fernãte, 2023), tendo a capacidade de gerar força explosiva necessária para superar obstáculos exigentes, mas ao mesmo tempo, completar percursos (Kirsch *et al.*, 2022).

A raça, a idade e o sexo dos cavalos são fatores importantes na determinação e classificação futura para as competições internacionais (Roman-Popovici *et al.*, 2015). É essencial terem uma boa conformação física e adaptada à atividade que lhes é imposta, porque a conformação é uma componente chave para uma boa estrutura musculoesquelética. Quando é avaliada a conformação de qualquer cavalo é importante observar os fatores que contribuem para tensões desiguais a nível articular e nos tecidos moles (Crabbe & Pattillo, 2021). Não existe

um tipo único de conformação, mas estruturas inapropriadas para esta atividade desportiva, que podem afetar e dificultar o alcance ao topo da atividade desportiva (Wardrope, 2006). É importante fisicamente terem posteriores musculados e resistentes o suficiente para aguentarem o seu próprio peso corporal e do cavaleiro, terem um dorso forte e não muito longo (Crabbe & Pattillo, 2021) para poderem ajustar não só o comprimento da passada como a altura do salto (Jesse *et al.*, 2014), terem joelhos baixos e um curvilhão com um ângulo inferior a 150°, um pescoço longo para acentuar o equilíbrio do cavalo durante o salto e ombros longos e inclinados para proporcionar uma amplitude de movimento mais ampla (Crabbe & Pattillo, 2021). A análise do condicionamento físico do equino de salto de obstáculos é baseada no desempenho da dupla. Através desta análise, é possível elaborar estratégias de treino para melhorar e preparar o equino para as competições (Gluck *et al.*, 2023). A exigência energética imposta pela prova vai depender do tamanho do percurso, da velocidade exigida ao cavalo, do número de obstáculos e da dificuldade do percurso (Clayton, 1996). O progresso de ambos é, por um lado, individual, e por outro, combinado, porque em prova ambos são avaliados na sua performance. Por isso, o mau condicionamento físico de ambos afeta o desempenho geral, causando possíveis lesões no cavalo e erros em prova (Rudmizie & Fernãte, 2023). O condicionamento físico é crucial para obter resultados positivos e são necessários vários meses de trabalho para fortalecer tanto a musculatura como as articulações, para poder suportar todo o *stress* causado pelo salto (Maitland-Smith *et al.*, 2004).

A monitorização do desempenho do equino é, portanto, essencial para verificar se o treino induziu as adaptações cardiovasculares e musculares desejadas (Kirsch *et al.*, 2022). São necessárias diversas adaptações cardiovasculares e hematológicas para garantir o correto fornecimento de oxigénio aos músculos durante o exercício (Assenza *et al.*, 2016). O sucesso na prova é, portanto, afetado pela capacidade física, o nível de condicionamento físico, pelo treino e pelas respostas comportamentais do cavalo (Chatel *et al.*, 2021).

3. Treino físico

O treino, durante gerações, baseou-se em tradições contínuas para o sucesso do desempenho atlético dos equinos (Hodgson *et al.*, 2014). O cavalo evoluiu de um animal de rebanho para um atleta de alto desempenho (Weishaupt, 2008). Este passou por adaptações fisiológicas que proporcionam uma grande capacidade de termorregulação, tendões flexíveis e uma grande reserva de glóbulos vermelhos (Jennie *et al.*, 2023).

O potencial atlético é uma combinação de diferentes parâmetros, que podem ser divididos em resistência, velocidade, força, agilidade e coordenação. Esses parâmetros são ajustados através do treino realizado. Existe algumas habilidades, tais como a força e coordenação, que são difíceis de avaliar e quantificar no cavalo. Para além disso, este potencial vai depender de diferentes fatores internos e externos, sendo que, os fatores internos são capacidades físicas e mentais e os fatores externos são o treino, nutrição, tempo de recuperação do treino e a saúde física e mental do cavalo (Weishaupt, 2008).

Os treinos são individualizados para cada equino e específicos para cada disciplina (Castejon-Riber *et al.*, 2017), mas existem outros fatores que afetam este progresso desportivo, tais como, a idade, a experiência, raça, tamanho, a dificuldade da competição, o clima e o tipo de piso (Rudmiese & Fernãte, 2023).

O treino vai melhorar a capacidade aeróbia, a potência e atividade do músculo (Rietbroek *et al.*, 2007), provocando o aumento do consumo de O₂, da carga metabólica e do débito cardíaco (Henshall *et al.*, 2022). As alterações provocadas pelo exercício vão ajudar na evolução do metabolismo e moldar a fisiologia muscular (Vermeulen *et al.*, 2017). Com a realização de exercícios repetitivos, os cavalos apresentam adaptações fisiológicas e anatómicas que permitem melhorar a sua capacidade de transporte de oxigénio no sangue, nos pulmões e nos tecidos corporais (Hinchcliff *et al.* 2008).

O objetivo de um programa de treino é obter um melhor condicionamento físico, com a realização de exercícios de baixa intensidade, numa fase inicial, e gradualmente, com a evolução atlética do cavalo e introduzir exercícios de maior intensidade e duração. Para ser eficaz, deve haver um certo grau de esforço físico que tenha intensidade, frequência e duração suficientes para causar alguma tensão no organismo. Se o treino não for intenso e gradual o suficiente, não haverá adaptação corporal e resultados visíveis. Para além disso, é importante fornecer ao cavalo um tempo de recuperação, porque o excesso de atividade física provoca *overtraining* ou esgotamento (Lönnell, 2017), levando a redução do desempenho atlético (Castejon-Riber *et al.*, 2017). O *overtraining* é uma síndrome que causa baixo desempenho atlético devido ao desequilíbrio entre o treino e a recuperação (McGowan & Whitworth, 2008). Isto ocorre quando o treino é bastante exigente e intenso e os períodos de descanso entre as sessões são muito curtas (Castejon-Riber *et al.*, 2017). Esta síndrome de fadiga crônica vai provocar sinais como nervosismo, diminuição do peso corporal, FC elevadas durante o exercício (McGowan & Whitworth, 2008), falta de apetite e relutância em se exercitar (Castejon-Riber *et al.*, 2017).

Através de um treino intervalado, regular, complementado com uma dieta equilibrada e descanso pós-treino adequado é possível proporcionar e manter uma saúde física e mental do cavalo e desenvolver a aptidão cardiovascular e a técnica de salto de obstáculos (Leitner, 2024).

Para avaliar a intensidade e eficiência do treino é importante visualizar a evolução da FC, a concentração do LC e o consumo de O₂ em relação à intensidade do treino (Bitschnau *et al.*, 2010). Ao determinar a carga de trabalho é importante ter em consideração o nível de condicionamento físico do cavalo e os componentes nutricionais necessários, porque à medida que ocorre o aumento da intensidade do treino, as necessidades energéticas e proteicas aumentam. Monitorizar o nível de condicionamento físico e a dificuldade do treino nestes atletas é controlar o tempo que as FR e FC levam para retornar ao repouso após uma sessão de treino. Por norma, estas frequências levam cerca de 15 a 30 min para retornar ao normal, por isso, se a recuperação demorar mais de 30 min, significa que a atividade física foi demasiado exigente para o cavalo, sendo importante diminuir a dificuldade e intensidade do treino (Jennie *et al.*, 2023).

Num cavalo de obstáculos, o treino deve proporcionar resistência, aumento do tamanho muscular, equilíbrio, coordenação e flexibilidade (Castejon-Riber *et al.*, 2017). Em geral, a resposta adaptativa do músculo é a remodelação e hipertrofia das fibras musculares tipo II (Hinchcliff *et al.*, 2008), melhorando, assim, as capacidades aeróbias e alterando significativamente o metabolismo da musculatura esquelética (Fry *et al.*, 2020). Para além disso, provoca o aumento da capacidade funcional do músculo, a partir da alteração da quantidade de proteínas essenciais para a contração e metabolismo energético (Leisson *et al.*, 2008).

Alguns protocolos de treino em equinos já foram testados e publicados. Betros *et al.* (2013) observaram que um programa de treino usando a passadeira ergométrica por 8 semanas levou a redução significativa da FC em repouso em éguas jovens (~12 anos) e éguas mais velhas (~22 anos). Em outro protocolo, equinos da raça Criolo treinados para uma importante competição, apresentaram valores séricos menores de CK, CKMB e troponina em comparação ao grupo de animais não treinados, além de uma hipertrofia cardíaca concêntrica (Ribeiro *et al.*, 2023). O treino físico pode também aprimorar a parte biomecânica. Schlup *et al.* (2014) concluíram que o treino específico de 5 meses de duração alterou variáveis cinemáticas de equinos de salto de obstáculos, proporcionando melhorias na trajetória do salto. Os referidos autores observaram aumento da flexibilidade do dorso, da distância de decolagem, da elevação dos membros nos obstáculos e uma mudança na técnica de salto (Schlup *et al.*, 2014).

Para a otimização de resultados, é importante ter em atenção os períodos de repouso, dentro de um programa de treino e mesmo numa competição. Estudos prévios sinalizaram que intervalos de 1 min de repouso entre exercícios de resistência geraram maior lesão inflamatória muscular do que períodos de 3 min (Souza *et al.*, 2013). Entretanto, quanto mais condicionado o animal estiver, menor é o repouso necessário para a recuperação entre provas e competições (Manso Filho *et al.*, 2024). Num programa de treino de equinos de saltos de obstáculos, os valores da FC e LA, consoante o aumento da velocidade e da intensidade do exercício, vão aumentar. Porém, ao se adaptarem ao treino, este aumento torna-se relativamente ligeiro ou mesmo ausente. Para além disso, através do treino, a musculatura esquelética desenvolve-se e tem a capacidade de suportar o aumento da carga de trabalho e o potencial aeróbico (Souza *et al.*, 2013).

4. Passadeira Aquática

A PA tornou-se muito popular nos últimos anos e é cada vez mais utilizada em programas de reabilitação e em protocolos de treinos em equinos atletas, devido aos seus efeitos positivos de imersão aquática (Nankervis *et al.*, 2021). As sessões na passadeira são adaptadas a cada equino e fornecem muitos benefícios, tais como melhorar e aumentar a capacidade aeróbia em 16%, diminuir o choque do impacto nos membros (Rachel *et al.*, 2020), aumentar a amplitude do movimento articular, principalmente, dos membros e do dorso, bem como aumentar a flexão lombar (Nankervis *et al.*, 2021). Estes benefícios vão permitir reduzir o *stress* nas articulações e tecidos adjacentes. A carga repetitiva no membro causa alterações ósseas e articulares prejudiciais. Portanto, reduzir o impacto do membro durante a fase de apoio permite prolongar a carreira desportiva de um cavalo e retardar o aparecimento de lesões (Saitua *et*



Figura 3. Passadeira aquática (Davies, 2023).

al.,2020).

Os benefícios estão associados aos mecanismos das propriedades físicas da água, sendo eles a viscosidade, flutuabilidade e pressão hidrostática. A viscosidade é uma medida da resistência do fluido que está a ser deformado por tensão de cisalhamento de tração. A flutuabilidade é definida como uma força vertical que se opõe à força da gravidade, reduzindo assim as forças axiais sobre os membros, dependendo também da velocidade do movimento e da altura da água. A pressão hidrostática provoca o aumento da resistência e a compressão circunferencial nos membros, promovendo o retorno venoso e a drenagem linfática (Muñoz *et al.*, 2019).

Previamente a cada sessão de exercício na passadeira, é necessário preparar o equino, removendo toda a sujidade da superfície corporal, juntamente com limpeza de cascos. Através deste maneo, é possível visualizar a possível presença de lesões cutâneas, sendo assim contraindicado a realização do treino, pois a resistência do movimento induz maior estiramento dos tecidos (Nascimento *et al.*, 2021). Posteriormente, ao introduzir o cavalo à passadeira aquática é importante que haja um período de adaptação para permitir que o treino seja seguro e de maior eficácia (Rachel *et al.*, 2020). Para que este período seja estruturado e eficaz, o ideal seria realizar sessões de 10-15 min em dias consecutivos, aumentando de forma gradual, a profundidade da água. Após a conclusão de cada sessão, deve-se realizar novamente, a higienização do cavalo, especialmente se a água for tratada com cloro, para remover todos os produtos químicos e possíveis bactérias que possam permanecer na pele (Nankervis *et al.*, 2021).

A FC pode atingir, em média, entre os 70-80 batimentos por minuto (bpm) e as concentrações de LC entre 1-2 mmol/L. Com isto, é possível afirmar que a passadeira aquática induz um esforço cardiovascular e metabólico (Muñoz *et al.*, 2019).

Existem várias adaptações fisiológicas ao uso da PA, de entre as quais destaca-se o desenvolvimento muscular como principal. Foi demonstrado que o exercício na mesma aumentou o desenvolvimento da musculatura dos glúteos e dos membros posteriores do cavalo (Nankervis *et al.*, 2021). O glúteo médio e os bíceps femorais são os músculos primários responsáveis por fornecer potência ao movimento do cavalo. Os músculos bíceps femorais e semitendinoso vão combinar-se para formar o grupo muscular isquiotibial, fundamental para facilitar a locomoção (Yarnell *et al.*, 2014). Ainda, foi observado o recrutamento dos músculos trapézio (porção cervical e torácico), braquiocefálico, tríceps e bíceps braquial (Nankervis *et al.*, 2024).

Durante o trabalho na PA, a velocidade a passo pode variar entre os 0,7 a 3,0 m por segundo (m/s) e a velocidade a trote entre os 3,0 a 5,0 m/s (Nankervis *et al.*, 2021). À medida que a velocidade aumenta, o cavalo vai recrutar músculos para estabilizar a coluna vertebral, tais como o músculo *Longissimus dorsi* e o músculo *Rectus abdominis*, que aumentam significativamente (Fair *et al.*, 2023).

Há vários fatores que influenciam a escolha da velocidade do trabalho na PA, tais como a altura da água e a duração do exercício. A água sendo mais viscosa do que o ar implica que a resistência à deslocação neste meio é significativamente maior do que na locomoção em seco. A altura da água vai aumentar ainda mais a resistência e influenciar a biomecânica da passada (Greco-Otto *et al.*, 2019). Devido a isso, a velocidade deve diminuir à medida que a altura da água aumenta (Nankervis *et al.*, 2021), uma vez que a força de arrasto dos membros e a carga de trabalho é maior com o aumento da velocidade (Rachel *et al.*, 2020). Esta força de arrasto leva à ativação muscular e permite melhorar a força, o controle motor e a estabilidade articular (Muñoz *et al.*, 2019).

A melhor combinação da velocidade e altura da água deve ser selecionada de acordo com a resposta individual de cada cavalo em termos de postura, de comprimento da passada, de amplitude de movimento e do condicionamento físico (Nankervis *et al.*, 2021). Uma boa velocidade é aquela em que o cavalo consegue manter a sua posição no centro da passadeira e ter espaço para a cabeça, pescoço e membros anteriores se moverem sem limitação (Rachel *et al.*, 2020).

Caso a velocidade seja demasiado elevada, o cavalo vai apresentar uma extensão da cabeça, do pescoço e dos membros anteriores, sendo indicativo do aumento do recrutamento dos músculos (Nankervis *et al.*, 2021). No entanto, se a velocidade da passadeira for lenta é importante incorporar altos níveis de água (Greco-Otto *et al.*, 2019), porque a utilização de níveis mais altos, vai permitir reduzir a carga suportada pelos membros devido à flutuabilidade (Saitua *et al.*, 2020).

O uso da PA já foi testado num programa de treino para equinos de salto de obstáculos (Vincze *et al.*, 2017). As concentrações de LC reduziram durante o treino e, de forma oposta, a FC e cortisol aumentaram. O treino na PA resultou em uma menor FC medida logo após competições de salto de obstáculos e processos bioquímicos alteraram de forma positiva sinalizando uma melhora do suprimento aeróbio de energia. Apesar de uma lesão muscular inicial, o treino na PA foi acompanhado por uma adaptação subsequente.

5. Composição corporal

Atualmente, o score de condição corporal, a composição muscular e deposição de gordura são indicativos de desempenho atlético, pois existe uma relação direta com a capacidade de sustentação e geração de força da musculatura esquelética (Gobesso *et al.*, 2014). Quanto maior for o músculo, maior será o seu potencial de produção de energia (Rivero, 2015).

A condição corporal de um equino é avaliada por meio de uma avaliação visual e tátil, através da escala de *Henneke*. Este sistema é um método de pontuação, que tem como objetivo estabelecer um padrão para avaliar a quantidade de gordura e é bastante eficaz para monitorizar a saúde e o estado nutricional do equino (Hoopes *et al.*, 2019). A escala vai classificar a condição corporal do animal de um a nove, sendo que, quando o score da condição corporal (ECC) é $ECC \leq 3$ o animal tem baixo peso, entre ECC 4-6 o peso é moderado, ECC=5 o peso é ideal, ECC =7 é considerado excesso de peso e $ECC \geq 8$ é obesidade (Cabrera, 2020).

Este método, tem bastantes vantagens, para além de ser fácil de executar vai integrar várias áreas do corpo, como pescoço, cernelha, dorso, base da cauda, costelas e ombros. No entanto, existem também desvantagens, pois este método vai apenas avaliar de forma subjetiva a gordura subcutânea e certos fatores, como o comprimento da pelagem, massa muscular e gestação pode induzir em erro a pontuação (Crabbe & Pattillo, 2021).

A ecografia é um procedimento não invasivo que permite uma determinação precisa e objetiva da deposição e profundidade da gordura subcutânea e retroperitoneal (Siegers *et al.*, 2017), sendo indicada no acompanhamento periódico de animais em programas de treino e manejo nutricional (Lindner *et al.*, 2010). As medições geralmente são realizadas com uma sonda linear de 3,5 MHz colocada perpendicularmente à interface do tecido (Abe *et al.*, 2012).

A frequência, intensidade e duração da atividade física vai influenciar a composição corporal dos cavalos (Chanda *et al.*, 2016). Uma reduzida massa de gordura implicaria um melhor desempenho dos cavalos (Abreu *et al.*, 2009). Assim, espera-se que o treino imposto induza o aumento da musculatura e, conseqüentemente, uma alteração na composição corporal, por aumentar a massa livre de gordura ou massa magra (Angelis *et al.*, 2004). Entretanto, vale ressaltar que o tipo de modalidade desportiva influencia a taxa de gordura corporal. Animais que praticam modalidades desportivas de resistência, como a cavalgada, tem maior percentagem de gordura corporal (14%) do que aqueles que praticam modalidades mais intensas, como a vaquejada (10%) (Manso Filho *et al.*, 2009). O percentual de gordura corporal estaria associado ao tipo predominante na produção de energia, visto que nos animais de resistência há grande produção através da oxidação de

gordura.

5.1 *Longissimus dorsi*

A massa muscular representa até 55% do peso corporal de um equino (Thomassian *et al.*, 2007). O treino deve promover hipertrofia muscular, ou seja, o crescimento do diâmetro das fibras musculares, melhorando força e resistência, permitindo que o equino se mova de forma eficiente em altas velocidades e por longas distâncias (Thomassian *et al.*, 2007). No entanto, dependendo da raça, pode ocorrer um aumento proeminente da musculatura ou alterações mínimas ou nenhuma no tamanho das fibras (Rivero, 2015).

O *Longissimus dorsi* (LD), sendo o maior músculo do dorso do equino, é de considerável importância devido às suas funções na capacidade atlética e desempenho (Rittruechai, 2016). Este músculo tem origem nos processos espinhosos do sacro, vértebras lombares e torácicas e insere-se nos processos transversos e tubérculos das costelas (Abe *et al.*, 2012) e tem bastante influência na estabilidade da coluna e na locomoção (Dietrich *et al.*, 2021). Por isso, essa musculatura é rotineiramente avaliada em equinos atletas (D'Angelis *et al.*, 2004).

Os locais de medição na ecografia do LD são entre o garrote e o tubérculo coxal, anterior à segunda vértebra lombar (Abe *et al.*, 2012). Lindner *et al.* (2010) concluíram que a sua medição era mais fácil em sua porção lombar, entre T14 e T18, quando se situa mais superficialmente, sob a fáscia toracolombar.

Os estudos na área abordam diferenças raças e modalidades desportivas.

Ringmark *et al.* (2017) registraram valores entre 3,9 e 4,15 cm para a espessura do LD em cavalos *Standardbred* com 2-3 anos de idade e em treino. A medição realizada neste estudo foi feita com sonda linear de 7,5 MHz, logo acima da 18ª costela, na altura da 1ª vértebra lombar.

A ativação do LD parece ser mais evidente em andamentos que apresentem uma fase de suspensão e especialmente em velocidades maiores (Oliveira *et al.*, 2015). Por isso, Oliveira *et al.* (2015) não encontraram alterações na espessura do LD nos equinos treinados ao passo em linha reta, sugerindo que, para o recrutamento desse grupo muscular, o programa de treino deveria incluir andamentos com velocidades maiores e/ou exercícios com voltas/curvas.

Nanverkis *et al.* (2015) observaram que o treino na PA provoca mudanças na postura do equino, visto que esta permite aumentar o comprimento da passada consoante a profundidade da água, aumentar a amplitude do movimento de flexão-extensão do dorso, alterando o padrão de movimento dos membros e a cinemática do dorso. Para além disso, a passadeira tem a

capacidade de estimular o desenvolvimento da musculatura epaxial, entre T5 e T18. Na presença de inclinação, a passadeira gera o desenvolvimento do LD, devido à rotação axial do dorso. Porém, é importante salientar que este desenvolvimento muscular ocorreu após 20 semanas de treino (Fair *et al.*, 2023).

5.2 Gordura da garupa

A gordura é um indicador do equilíbrio energético, que afeta o desempenho reprodutivo e desportivo do equino (Zuluaga, 2020) e o seu excesso pode ser prejudicial para a saúde e desempenho (Pratt-Phillips, 2023).

A massa gorda, embora prejudicial para o desempenho e saúde, vai ter um papel crítico na homeostase energética, ao secretar proteínas que modulam as funções biológicas (Siqueira *et al.*, 2019). A gordura é uma fonte de energia que pode ser oxidada aerobicamente para produzir energia ou ser armazenada como gordura corporal (Pagan, 1993). Assim, os lípidos são substratos energéticos importantes para o metabolismo do músculo esquelético e são utilizados como fonte primária de energia em exercícios de longa duração (Assenza *et al.*, 2012). O seu armazenamento é importante por representar a quantidade de reservas de energia em períodos de baixa disponibilidade energética (Superchi, 2014).

A obesidade é uma condição restritiva ao desporto, devido aos distúrbios metabólicos. Além disso, causa a diminuição da capacidade do organismo de desenvolver a massa muscular necessária para a realização de atividades desportivas, predispondo assim, o equino a patologias induzidas pelo exercício (Zuluaga, 2020). Este fator, predispõe certas patologias como o síndrome metabólica equina, a desregulação de insulina e a suscetibilidade de desenvolver laminites (Pratt-Phillips, 2023).

A medição da espessura da gordura subcutânea por ecografia permite visualizar a distribuição do tecido adiposo em diferentes locais do corpo. As regiões do corpo avaliadas são o pescoço, a cernelha, as costelas, a zona lombar e a base da cauda. Para além disso, o acúmulo de tecido adiposo pode ser visualizado ao redor dos órgãos vitais, através do uso da ecografia, tais como os rins e o coração, podendo interferir na sua atividade (Pratt-Phillips & Munjizun, 2023). Este manejo permite monitorizar o aumento deste tecido subcutâneo com padrões de deposição fenotipicamente estabelecidos (Zuluaga, 2020).

De acordo com Gentry *et al.* (2004), a medição feita na área plana da garupa, 7,62 cm cranial a caudal, mostrou-se com maior correlação com o score corporal. Cunha *et al.* (2022) estabeleceram o ponto de medição da espessura da gordura corporal como sendo a interseção entre duas linhas, a primeira, traçada desde a base da cauda até a tuberosidade coxal e a segunda,

traçada desde a tuberosidade isquiática até L6-S1.

A espessura da gordura da garupa é significativamente mais alta em equinos jovens (El-Maaty *et al.*, 2014) e nas raças Morgan, Mustang, Andaluz, Pasos Peruanos e Irlandês, entre os 8 a 18 anos. Os equinos que apresentam este tipo de características são mais predispostos a acumulação de gordura na garupa (Johnson, 2002).

Westervel *et al.* (1976) encontraram uma alta correlação entre a gordura da garupa de equinos com as medidas obtidas através de imagens ecográficas. No seu estudo, estabeleceram uma equação para o cálculo da percentagem de gordura corporal a partir da medida da gordura da garupa em cm ($PG = 8,64 + 4,7 \times GG$).

A percentagem de gordura corporal em equinos varia entre os 1,1% a 35,6% (Muñoz *et al.*, 2021). Éguas gestantes têm uma percentagem de gordura entre 14,8 e 15,5% e garanhões de 16%, enquanto equinos praticantes de provas de marcha e praticantes de provas de vaquejada apresentam, respetivamente, 14,7% e 10,8% de gordura corporal (Manso Filho *et al.*, 2009).

Estudando cavalos das raças Puro-Sangue Inglês, Quarto de Milha e Puro-Sangue Árabe em treino, Gobesso *et al.* (2014) observaram uma correlação negativa entre o score corporal e a espessura subcutânea de gordura, uma vez que quanto maior o depósito de gordura, menor a massa magra evidente.

Mediante a escassez de dados na literatura e o crescente uso da passadeira aquática em programas de reabilitação e de treino em equinos, os objetivos do presente trabalho foram de estudar possíveis alterações na composição corporal de equinos de salto de obstáculos submetidos a um programa de treino físico de 10 semanas com a passadeira aquática. A proposta da autora é que a inclusão da passadeira aquática na rotina de treino dos equinos promova o aumento da percentagem de gordura corporal, supostamente, pela maior ativação da oxidação de ácidos gordos devido ao trabalho predominantemente aeróbio, e o aumento do músculo LD, em consequência da ativação muscular.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto de pesquisa foi submetido a apreciação pelo CEBEA-FMV, Universidade Lusófona, Centro Universitário Lisboa, sendo aprovado sob o número 28/2023. Os animais foram acompanhados no âmbito de uma rotina de treino do centro equestre.

2.1 Animais

Foram utilizados seis equinos ($n=5$ machos, $n=1$ fêmea; $16,0 \pm 2,37$ anos; $578,3 \pm 17,1$ kg), de diferentes raças (2 Português de Desporto, 1 Sela Francesa, 1 Puro-Sangue Belga, 2 *Warmblood*). Todos foram considerados clinicamente aptos para participarem no estudo, através de exames, incluindo avaliação de claudicação. Apresentavam uma constituição corpórea similar e estavam no mesmo nível de condicionamento físico, saltando obstáculos superiores a 1 m. Os equinos estavam familiarizados com as instalações e os equipamentos de treino.

Os cavalos pertencem a um centro hípico, localizado em Sintra, Portugal, sendo submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e sanitário e sendo mantidos em boxes individuais (3,0x3,0m). A base alimentar consistiu em luzerna e aveia, 3 x ao dia (8h00, 12h00 e 18h00), fornecidos 30 min antes do concentrado comercial (Easy Mix, Intacol, com 10,5% de proteína e 2.750 Kcal de energia digestível), na base de 0,5 kg/100 kg de peso vivo durante todo o período de treino. O fornecimento de água era realizado através de bebedouro automático e sempre disponível.

2.2 Delineamento do estudo

Cada equino foi acompanhado por um período de ~23 semanas, com o estudo compreendendo uma avaliação da aptidão para a inclusão no projeto, que consistiu em: avaliação 10 semanas antes do treino (BASAL); seguido da avaliação pré-treino (PRETR), realizada 1 semana antes do período de treino; e finalmente da avaliação pós-treino (TR), realizada 5 dias após o último treino na passadeira aquática.

Em PRETR e TR, todos os animais foram submetidos a avaliação da composição corporal.

2.3 Avaliação da composição corporal

Com auxílio de uma fita métrica foi medido o perímetro torácico (PT) (circunferência tomada no ponto caudal do garrote, entre os processos espinhosos T8 e T9, até à região de passagem da cilha ou parte côncava do esterno). O peso corporal foi estimado em kg a partir da fórmula prescrita por Torres e Jardim (1992): $PC = (PT^3 \times 80)$. Todas as medições foram feitas sempre pelo mesmo operador, posicionado do lado esquerdo do animal.

Para determinar as medidas do músculo *Longissimus dorsi* (LD) e a espessura da gordura da garupa (GG), foi utilizado um ecógrafo (modelo LOGIQ, marca General Electric Healthcare) e uma sonda linear (modelo 12L-RS, marca General Electric Healthcare) em frequência de 5 Mhz, em modo-B, por um único operador (para manter a consistência).

Por se tratar de animais de alto valor desportivo destinados a competições equestres, a tricotomia da região avaliada não foi realizada. As imagens foram obtidas com os equinos em posição quadrupedal, relaxados e em posição balanceada com os quatro membros corretamente posicionados.

Previamente, os animais tiveram as regiões de interesse limpas com água aquecida, para aumentar o poder de penetração da ecografia, e com sabão neutro, para remover partículas que pudessem interferir na geração da imagem. As imagens foram obtidas após a aplicação tópica de álcool a 70%.

A determinação da espessura do LD foi realizada à altura da 17^a e 18^a costelas, com o transdutor transversal à coluna toracolombar, seguindo a metodologia descrita por D'Angelis et al. (2004). A obtenção da imagem foi realizada bilateralmente, sempre na porção mais espessa da imagem adquirida em corte transversal da musculatura, em linha paralela ao processo dorsal espinhoso, tangente ao processo articular. Posteriormente, as imagens foram analisadas usando o Programa ImageJ (National Institutes of Health, USA), sempre pelo mesmo operador, para registo da medida do LD.



Figura 4. Imagens da realização da avaliação ultrassonográfica da espessura do *Longissimus dorsi*.

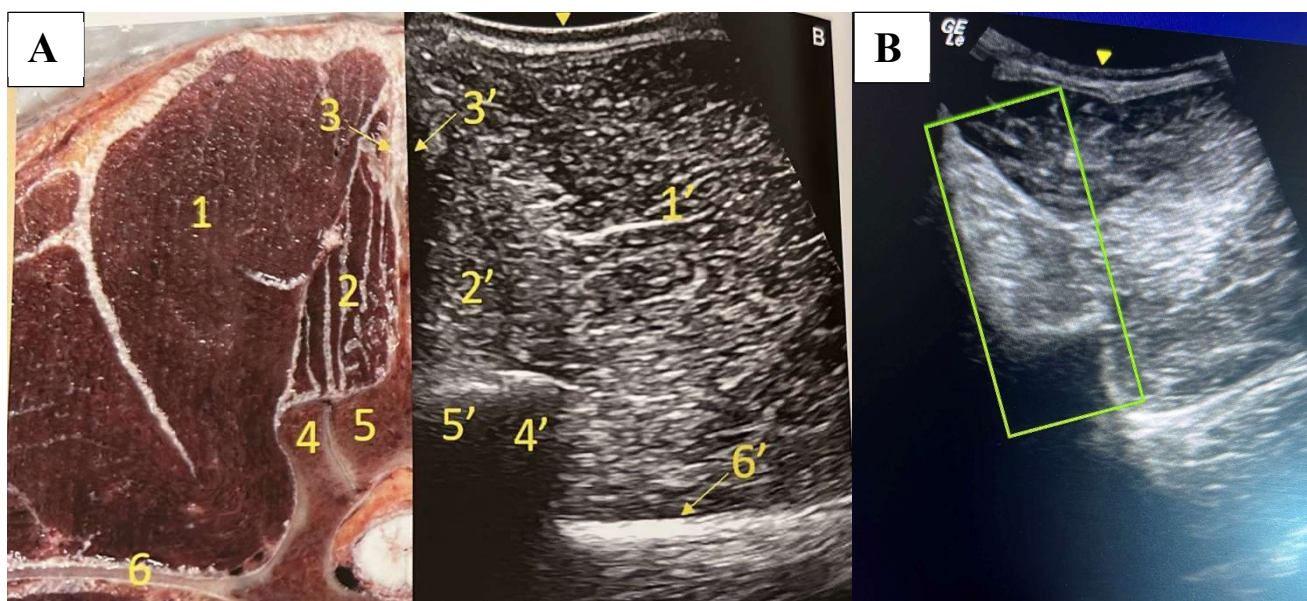


Figura 5. (A) Imagens anatômica e ecográfica retiradas de Fonseca (2021) da região toracolombar do equino, em corte transversal, identificando 1- m. LD; 2- m. multifidus; 3- processo espinhoso; 4- processo articular cranial da vértebra caudal; 5. Processo articular caudal da vértebra cranial; 6- processo transverso. (B) Imagem obtida de um dos equinos usados no projeto, mostrando a medição do LD usando o programa ImageJ.

A determinação da espessura da GG foi realizada no ponto de encontro entre duas linhas imaginárias, a primeira traçada do ísquio à base da cauda e a segunda traçada do ílio até à coluna lombossacra (na altura de L6 a S1), segundo a metodologia adaptada de Gentry et al. (2004), avaliando a espessura em cm da gordura sobre a interseção entre os músculos glúteo médio e glúteo superficial. Tal avaliação foi apenas feita do lado esquerdo dos animais.



Figura 6. Imagens da localização e realização da avaliação ultrassonográfica da espessura da gordura da garupa

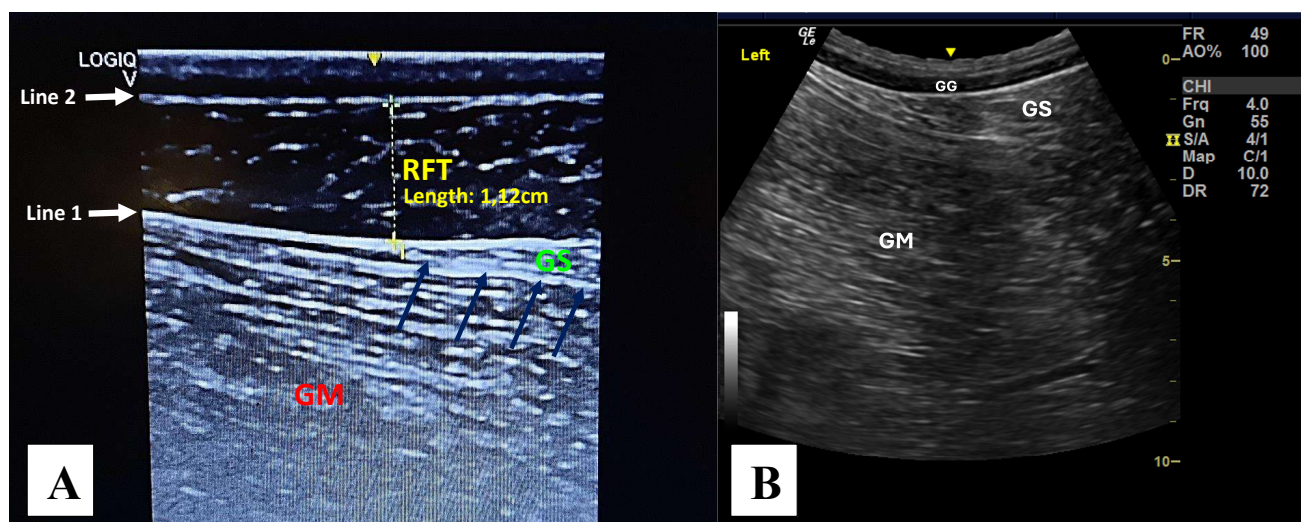


Figura 7. (A) Imagem ecográfica retiradas de Martins (2022) da região de mensuração da gordura da garupa do equino, identificando RFT- espessura da gordura da garupa; GS- m. glúteo superficial; GM- m. glúteo médio. (B) Imagem obtida de um dos equinos usados no projeto, mostrando a área de medição da GG. (MG) e massa livre de gordura (MLG) foram calculadas com base no peso corporal e na PG (Manso Filho et al., 2009; Cunha et al., 2022).

A partir da determinação da GG, foi feito o cálculo da percentagem de gordura (PG), utilizando-se a fórmula $PG = 8,64 + (4,7 \times GG)$ (Westervelt *et al.*, 1976). A massa de gordura (MG) e massa livre de gordura (MLG) foram calculadas com base no peso corporal e na PG

2.3 Programa de treino físico de 10 semanas

Ao longo de 10 semanas, os seis equinos foram treinados seis dias/semana, por um período diário de 40-60 min, durante os quais executaram atividades preparatórias para provas equestres de saltos de obstáculos (trabalho específico), com intensidade moderada (trabalho de resistência), alternadas com picos de maior exigência (trabalho de força), respeitando os limites físicos individuais. A intensidade imposta foi ajustada de acordo com as características de cada indivíduo.

Previamente ao treino, os equinos foram submetidos a um teste de esforço progressivo na passarela aquática para estabelecer a FCpico de cada animal, medido pelo sistema de monitoramento cardíaco (sensor H10, Polar Electro, Lake Success, NY, EUA) conectado a um acelerômetro triaxial com unidade de medição inercial baseada em GPS (Alogo Move Pro sensor, Alogo Swiss Technology, Renens, Suíça). Para tal, os animais iniciaram na passarela, ainda seca, a uma velocidade de 4 km/h, para aquecimento por 5 min. Em seguida, feito o enchimento da cuba com água por 3-4 min até que atingisse 40 cm de altura (altura da articulação carpo-metacarpiana), mantendo a velocidade. A partir de então, a velocidade foi

aumentada em 1 km/h a cada 60 segundos até que chegasse aos 7 km/h quando, então, foi mantida a velocidade até ao tempo máximo de 15 min de duração. A interrupção do teste aconteceu nas seguintes situações: (1) recuo do animal mesmo com estímulos humanos; (2) aumentos abruptos de FC e/ou FR; (3) tropeços constantes/dificuldade em manter o ritmo. Nos casos de interrupção, ou nos casos em que o tempo máximo foi atingido, o animal permaneceu em andamento a ~4km/h enquanto a cuba era esvaziada.

O valor calculado da FC_{pico} em PRETR foi usado para controlo da velocidade de trabalho durante as 10 semanas de treino.

No 1º e 3º dia de cada semana (considerando segunda-feira como dia de descanso e terça-feira como 1º dia da semana) foi realizado um treino de hidroterapia recorrendo à passadeira aquática (Aquatraining, Activo-Med Aqualine, Polónia) (Tabela 2). Sendo importante ressaltar que todos os equinos realizaram dessensibilização ao equipamento previamente, para que o treino no aparelho não representasse um fator de *stress* adicional.

Tabela 2. Programa de treino específico para cavalos de obstáculos usando passadeira aquática.

Dias da Semana	Andamento	Duração(min)	Obstáculos(número)	Altura obstáculos (cm)
1º, 3º e 5º Dia	Passo	5		
	Trote	25		
	Galope	25		
	Passo	5		
1º e 3º dia	Treino de hidroterapia (Passo)	20		
2º e 4º dia	Passo	5		
	Trote	30		
	Galope	20		
	Passo	-	8	90
			3x salto de Aquecimento	50
6º dia (Field Test)	Passo	5		
	Trote	30		
	Galope	20		
	Passo	-	8	
			3x salto aquecimento	100
Passo	5			50
	Passo	5		

Durante as primeiras cinco semanas de sessões de treino, os animais fizeram 5 minutos de aquecimento na passadeira sem água a uma velocidade média de 4 km/h. Em seguida, durante aproximadamente 3-4 min, a cuba foi cheia com água até ao nível 3 (35-40cm, de forma que a água atingisse a articulação carpo-metacarpiana), altura com a qual os animais trabalharam por 16-17 min em velocidade de trabalho compatível com 70% da FCpico determinada em teste prévio de esforço. No término da sessão, a cuba foi esvaziada, com o retorno da velocidade a média de 4 km/h, por 3-4 min, quando, então o equipamento foi desligado. A atividade física transcorreu por um período médio total de 25 min. Nas cinco semanas posteriores, o protocolo foi mantido, à exceção da velocidade equivalente a 80% da FCpico, fazendo com que todos os animais trocassem na água.

Ao longo das 10 semanas de treino, foram registadas: a temperatura ambiente, a humidade relativa do ar e a temperatura da água da passadeira aquática em todos os dias (no início, durante e no final do uso).

2.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada num programa computadorizado (SAS 9.1, SAS Institute Inc., Cary, North Caroline, EUA). A normalidade das variáveis foi confirmada a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$). Para avaliar a influência do treino (PRETR vs. TR), os dados foram comparados usando teste-t de Student. Os resultados foram expressos como médias $\pm$ desvios-padrão e a significância estabelecida em $p \leq 0,05$ em todos os casos.

III. RESULTADOS

A seleção dos equinos a serem usados no estudo foi feita 10 semanas antes do início do protocolo de treino incluindo a passadeira aquática. Os animais selecionados estavam há um ano a praticar a modalidade de salto de obstáculos e em ritmo constante de treino conforme descrito na Tabela 3. Todos passaram por um exame físico rigoroso, no qual se constatou que se encontravam aptos a competir.

Tabela 3. Características basais e de performance para seleção dos animais usados.

Variável	Equinos (n=6)
Peso corporal (kg)	578,3 ± 17,16
Espessura de gordura da garupa (cm)	0,78 ± 0,42
Percentagem de gordura corporal (%)	12,3 ± 2,0
Massa magra (kg)	507,5 ± 18,0
Duração média do percurso (min)	2,19 ± 0,29
Distância total (m)	335,0 ± 33,9

A análise ecográfica (Tabela 4) demonstrou que não houve alteração significativa na espessura da GG e do LD com o programa instituído de treino. Entretanto, foram observados aumentos significativos do peso corporal e da massa magra após as 10 semanas de treino na passadeira aquática.

Tabela 4. Alterações na composição corporal associadas a um programa de treino físico de dez semanas usando passareira aquática para equinos usados em provas de salto de obstáculos.

	PRETR	TR	P
Peso corporal (kg)	550,5 ± 14,5 ^b	587,0 ± 41,9 ^a	0,0420
Espessura de gordura da garupa, lado esquerdo (cm)	0,69 ± 0,45	0,59 ± 0,40	0,4310
Porcentagem de gordura corporal (%)	11,9 ± 2,1	11,4 ± 1,9	0,4314
Massa gorda (kg)	65,4 ± 11,4	66,9 ± 10,3	0,6399
Massa magra (kg)	485,1 ± 19,1 ^b	520,1 ± 42,2 ^a	0,0402
Espessura do músculo <i>Longissimus dorsi</i> , lado direito (cm)	7,96 ± 1,00	8,33 ± 0,74	0,5110
Espessura do músculo <i>Longissimus dorsi</i> , lado esquerdo (cm)	8,32 ± 0,87	8,68 ± 0,98	0,4310

Nota: Letras diferentes na mesma linha denotam diferenças significativas pelo teste-t de Student ($p \leq 0.05$). PRETR, antes das 10 semanas de treino; TR, após as 10 semanas de treino. Dados expressos como médias e desvios-padrão.

É importante ressaltar que ao longo do protocolo, os animais trabalharam sem intercorrências, sem sinais de desconforto e apresentando boa aptidão física. A temperatura média ambiente foi de 13,2 °C., em PRETR e TR, com humidade relativa do ar de 74,9%, e de 14,5 °C. ao longo dos treinos, com humidade relativa do ar de 79,1% e a temperatura média da água da passareira foi de 14,9 °C.

IV. DISCUSSÃO

A baixa quantidade de gordura corporal e aumento da musculatura esquelética são efeitos desejáveis em programas de treino para equinos atletas (Angelim *et al.*, 2004). Na presente investigação, ambos os fatores foram estudados.

Nesta investigação, a hipótese proposta de que o treino na passeadeira aquática aumentaria a massa muscular, representada pelo aumento da espessura do músculo LD, e reduziria a gordura corporal não se confirmou. Os resultados sinalizaram que houve um recrutamento muscular, não relacionado com a ativação do LD. Além disso, a percentagem de gordura corporal não se alterou conforme inicialmente se idealizava.

A técnica utilizada para a avaliação da gordura subcutânea foi similar ao protocolo descrito por Gentry *et al.* (2004) e também citado por Cunha *et al.* (2022) que acompanharam poldros da raça Mangalarga Marchador no seu primeiro ano de vida. Em investigações que avaliam a composição corporal dos cavalos criados em condições tropicais, Manso Filho *et al.* (2009), utilizaram a mesma metodologia que no presente trabalho e verificaram variações na percentagem de gordura no grupo estudado. Animais jovens tinham menor PG (~10,4%) do que garanhões (~16,6%) e do que éguas vazias (~14,0%) ou gestantes (14,8-15,5%). Também, no mesmo trabalho, observaram que os cavalos de vaquejada apresentaram uma PG de ~10,8%, inferior aos cavalos de marcha (~14,7%). As diferenças nesses valores, e para os que foram registados no treino com a PA, cujos valores oscilaram entre 11,4-11,9%, estão relacionadas com as adaptações metabólicas durante as diferentes fases produtivas e/ou de treino.

Na presente pesquisa, não foi observada alteração significativa na composição de gordura corporal. O tipo de treino imposto baseou-se maioritariamente no desenvolvimento da força (Manso Filho *et al.*, 2009) e no aprimoramento cardiovascular. Num estudo com cavalos das raças Puro-Sangue Inglês, Quarto de Milha e Puro-Sangue Árabe durante um treino, Gobesso *et al.* (2014) observaram um aumento da espessura de gordura subcutânea lombar e na base da cauda para as três raças estudadas ao final de 90 dias de treino, diferente dos resultados da presente investigação. Segundo os referidos autores, isso pode ser explicado pela carga de trabalho (de intensidade leve, com metabolismo aeróbio) ao que foram submetidos. Com a baixa intensidade, há maior depósito de gordura. Já D'Angelis *et al.* (2004), avaliando os cavalos da raça Árabe, observaram exercícios de alta intensidade levaram a redução da gordura periférica lombar.

Uma possível justificativa para a não alteração da cobertura de gordura seria o tempo de treino de 10 semanas, ou mesmo a duração das sessões (~17 min), possivelmente inferiores

ao que seria necessário para induzir alterações significativas, visto que a formação de glicose a partir de compostos originários do tecido adiposo leva algum tempo para ser efetivada (Manso Filho *et al.*, 2009). Tais resultados confirmam que a carga imposta na PA pode não ter sido suficiente para ativar a oxidação de gordura e a necessidade de alterar os depósitos de gordura corporal.

Em relação à componente muscular, os resultados da presente pesquisa sinalizaram um ganho de massa magra com o treino proposto. Este desenvolvimento muscular foi o principal responsável pelo ganho de peso corporal registrado nos cavalos de salto de obstáculos utilizados, visto que, a percentagem de gordura não se alterou. Seguindo a metodologia previamente descrita por outros autores, que também utilizaram a ecografia (Manso Filho *et al.*, 2009; Gobesso *et al.*, 2014; Cunha *et al.*, 2022) na avaliação da composição corporal, foi possível observar que o LD não se alterou com o treino na PA por 10 semanas. Assim, é possível sugerir que o ganho de massa magra estaria relacionado com a ativação de outros grupos musculares.

De forma oposta a presente pesquisa, D'Angelis *et al.* (2004) observaram um aumento de tamanho da área de corte transversal do LD em equinos da raça Puro-Sangue Árabe em treino. Importante ressaltar que nesta pesquisa, os equinos foram suplementados com creatina, o que pode justificar o aumento da profundidade muscular através da hipertrofia muscular. Entretanto, Oliveira *et al.* (2015) não encontraram alterações na espessura do LD nos equinos treinados ao passo em linha reta. Segundo esses autores, para acontecer o recrutamento desse grupo muscular é necessário que o programa de treino inclua andamentos com velocidades maiores e/ou exercícios com voltas/curvas. No treino na PA, as velocidades foram incrementadas nas últimas 5 semanas, no período em que os animais trabalharam a trote. Esse período pode ter sido insuficiente para exigir um trabalho mais intenso desse grupo muscular ao ponto de levar ao aumento da sua espessura.

Para além disso, apesar de serem considerados aptos a competir, os animais usados na presente pesquisa apresentavam uma idade relativamente avançada (~16 anos) e possivelmente restrições de mobilidade do dorso relacionados com a prática desportiva, o que pode ter contribuído com a não alteração na espessura do LD.

Num estudo realizado por Natalie *et al.* (2023), num treino na passadeira aquática com duração de quatro semanas, verificou-se o desenvolvimento deste músculo em questão, resultado diferente do observado no treino com 10 semanas. Possivelmente, deve-se a inclinação de 4 % associada. A inclinação aumenta o recrutamento deste músculo para

estabilizar o dorso do equino.

Os resultados registados para a espessura do LD para os equinos de salto de obstáculos foram bem superiores aos descritos por Ringmark *et al.* (2017), que registaram valores entre 3,9 e 4,15 cm em cavalos *Standardbred* com 2-3 anos de idade e em treino.

O ganho de massa magra muscular como resultado de programas de treino já foi descrito em pesquisas prévias (Gobesso *et al.*, 2014). Nele, os autores citaram que os equinos da raça PSI ganharam peso ao longo do treino, justificado pelo aumento da intensidade de treino. Este ganho de peso estaria relacionado com maiores valores de gordura corporal e aumento da espessura do músculo glúteo. Já os equinos da raça Árabe não apresentaram os mesmos resultados, demonstrado pela carga de trabalho mais leve, com um metabolismo aeróbio. Os equinos de salto de obstáculos da presente pesquisa apresentaram resultados intermédios com ganho de peso, sem alteração de gordura corporal.

A hipertrofia muscular nos cavalos de salto de obstáculos, não esteve relacionado com o LD, conforme já discutido. Ao gerar arrasto, quando a água está na altura do carpo, há necessidade de força de prostração, com a ativação de grupos musculares mais específicos. A força de arrasto leva a uma maior ativação e desenvolvimento muscular (Muñoz *et al.*, 2019), especialmente, o aumento dos grupos musculares dos membros posteriores (De Meeûs d'Argenteuil *et al.*, 2021; Nankervis *et al.*, 2021). Tal facto, foi comprovado também por Santos (2024), que estudou no mesmo grupo de cavalos de salto de obstáculos da presente investigação, o recrutamento muscular e observou o aumento da temperatura superficial da musculatura isquiotibial, especificamente os músculos semitendinoso e semimembranoso, além do músculo braquiocefálico, acompanhado do aumento progressivo das enzimas CK e AST. Esse resultado é de elevada importância para a atividade de salto de obstáculos por fortalecer uma musculatura extremamente importante para a projeção do corpo do cavalo, mostrando, assim, uma vantagem do uso da PA para o treino desses animais.

V. CONCLUSÕES

Os resultados da presente dissertação permitiram concluir que o treino proposto com uso da passarela aquática para o grupo de equinos selecionados resultou em alterações na composição corporal. Os animais apresentaram ganho de peso corporal, diretamente relacionado ao ganho de massa muscular, sem alterações na espessura da gordura da garupa e, conseqüentemente, da percentagem de gordura corporal. Entretanto, não se observaram alterações na espessura do LD, sugerindo que o ganho de massa magra e a maior ativação muscular decorreram do recrutamento de outros grupos musculares, possivelmente mais exigidos durante o trabalho na água proposto nessa investigação.

O número reduzido de equinos representa uma limitação do estudo. Entretanto, o grupo selecionado representa uma população homogênea de equinos de salto de obstáculos, aptos a competir, familiarizados com a passarela aquática e com mesmo manejo/rotina, o que é importante para atingir os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abe, T., Kearns, C. F., & Rogers, B. (2012). Reliability of ultrasound-measured muscle thickness of the longissimus dorsi muscle in Thoroughbreds. *Comparative Exercise Physiology*, 8(3-4), 189–194. <https://doi.org/10.3920/cep12015>

Abreu, J., Cordeiro, H., Filho, M., & Emília Cavalcanti Da Costa Cordeiro Manso, H. (2009). Composição corporal nos cavalos de trabalho. *Ciência Animal Brasileira*, 10, 1122–1127.

Allen, K. J., van Erck-Westergren, E., & Franklin, S. H. (2015). Exercise testing in the equine athlete. *Equine Veterinary Education*, 28(2), 89–98. <https://doi.org/10.1111/eve.12410>

Assenza, A., Marafioti, S., Congiu, F., Giannetto, C., Fazio, F., Bruschetta, D., & Piccione, G. (2016). Serum muscle-derived enzymes response during show jumping competition in horse. *Veterinary World*, 9(3), 251–255. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.251-255>

Assenza, A., Tosto, F., Piccione, G., Fazio, F., Nery, J., Valle, E., & Bergero, D. (2012). Lipid Utilization Pathways Induced by Early Training in Standardbred Trotters and Thoroughbreds. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32(11), 704–710. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.02.015>

Bartolomé, E.; Menéndez-Buxadera, A.; Molina, A.; Valera, M. (2018). Plasticity effect of rider-horse interaction on genetic evaluations for Show Jumping discipline in sport horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, (), –. doi :10.1111/jbg.12315

Bayoumi, Y. (2019). Role of the Serum Muscular Enzymes in the Diagnosis of Post-Exertional Rhabdomyolysis in Draft Horses Used in Transplant Rice Seedlings. *Zagazig Veterinary Journal*, 46. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1246272>

Bitschnau, C., Wiestner, T., Trachsel, D. S., Auer, J. A., & Weishaupt, M. A. (2010). Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. *Equine Veterinary Journal*, 42(s38), 17–22. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00260.x>

Bocian, K., Strzelec, K., & Litwinowicz, J. (2012). Analysis of the Show Jumping Competition according to the Type of Seat and the Way of Driving into the Obstacle. Part II, 3. <https://doi.org/10.2478/v10083-012-0016-y>

Bogossian, P., Oliveira, T., Ayrton, R., Hilgert, Fernandes, W., & Roberto. (2017). *Testes de esforço em cavalos: índices úteis ao ajuste do treinamento*.

Borowska, A., & Lewczuk, D. (2023). Comparison of Conformation and Movement Characteristics in Dressage and Jumping Sport Warmblood Mares Based on Point Evaluation and Linear Scoring System. *Animals*, 13(19), 3101. <https://doi.org/10.3390/ani13193101>

Brudnakova, M., & Sobotkova, E. (2020). Analysis of the performance of the best dressage and show jumping horses in the world, *Mendel Net*, 91-96, <https://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2020/01/15.pdf>.

C. Bitschnau; T. Wiestner; D. S. Trachsel; J. A. Auer; M. A. Weishaupt (2010). Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels., 42(Supplement s38), 17–22. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00260.x

Castejon-Riber, C., Riber, C., Rubio, M. D., Agüera, E., & Muñoz, A. (2017). Objectives, Principles, and Methods of Strength Training for Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 56, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.04.011>

Chanda, M., Srikueta, R., Cherdchutam, W., Chairoungdua, A., & Piyachaturawat, P. (2016). Modulating effects of exercise training regimen on skeletal muscle properties in female polo ponies. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0874-6>

Chatel, M. M., Tabor, G., Williams, J. R., & Williams, J. M. (2021). An evaluation of factors affecting show jumping warm-up on subsequent show jumping performance in 1.30 m class. *Comparative Exercise Physiology*, 17(2), 109–121. <https://doi.org/10.3920/cep200026>

Church-Huxley, H. A. (2023). Muscle hypertrophy and its relevance to horses. *UK-Vet Equine*, 7(4), 122–126. <https://doi.org/10.12968/ukve.2023.7.4.122>

Clayton, H. M. (1996). Time-motion analysis of show jumping competitions. *Journal of Equine Veterinary Science*, 16(6), 262–266. [https://doi.org/10.1016/s0737-0806\(96\)80195-x](https://doi.org/10.1016/s0737-0806(96)80195-x)

Costa, G., Dedemo de Figueiredo, M., Rodrigues, V., & Paulino Junior, D. (2021). Fisiologia do exercício uma ferramenta imprescindível na avaliação de equinos atletas: Revisão. *Pubvet*, 15(06). <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n06a848.1-10>

Cottrill, S., Rittruchai, P., & Wakeling, J. M. (2008). The effects of training aids on the longissimus dorsi in the equine back. *Comparative Exercise Physiology*, 5(3-4), 111. <https://doi.org/10.1017/s1478061509342346>

Crabbe, B. & Pattillo, D. (2021). Introduction to equine conformation, Evaluation and analysis considerations <https://equinologyinstitute.com>.

Cravana, C., Medica, P., Ragonese, G., & Fazio, E. (2017). Influence of training and competitive sessions on peripheral β -endorphin levels in training show jumping horses. *Veterinary World*, 10(1), 67–73. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.67-73>

D'Angelis, F. H. de F., Mota, M. D. S. da, Freitas, E. V. V., Ferraz, G. de C., Abrahão, A. R., Lacerda-Neto, J. C. de, & Queiroz-Neto, A. de. (2005). Ultra-sonografia do músculo longissimus dorsi de eqüinos da raça Puro-sangue Árabe em treinamento de resistência associado à suplementação prolongada com creatina. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 12(1-3), 142–146. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.320>

Demin, V., Tarchokov, T., Ryabova, E., Tsyganok, I., & Kulmakova, N. (2021). Intraspecific differentiation by exterior in horses of different breeds. *E3S Web of Conferences*, 262, 02018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126202018>

Demirtaş, B., Parkan, Ç., & Atmaca, M. (2015). Exercise-Induced Physiological Fatigue in Horses: Review. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*, 6(2), 60–66. <https://doi.org/10.5336/vetsci.2016-51263>

Dietrich, J., Handschuh, S., Steidl, R., Böhrer, A., Forstenpointner, G., Egerbacher, M., Peham, C., & Schöpfer, H. (2021). Muscle Fibre Architecture of Thoracic and Lumbar Longissimus Dorsi Muscle in the Horse. *Animals*, 11(3), 915. <https://doi.org/10.3390/ani11030915>

El-Maaty, A. M. A., Sisy, G. A. E., Shaker, M. H., & Ezzo, O. H. (2014). Age-related rump fat, fat percent, body fat mass, leptin, androgens and semen parameters of Arab stallions. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 3(3), 184–191. [https://doi.org/10.1016/s2305-0500\(14\)60024-5](https://doi.org/10.1016/s2305-0500(14)60024-5)

Fair, N., Blake, S., & Blake, R. (2023). Four Weeks of Incline Water Treadmill Exercise Can Contribute to Increase Epaxial Muscle Profile in Horses. *Veterinary Medicine International*, 2023, e9090406. <https://doi.org/10.1155/2023/9090406>

Federação Equestre Internacional. (2024). FEI Rules Revision, Acedido a 21 de Junho de 2024 em <https://inside.fei.org/>.

Fry, C., Johnson, S., Latham, C., Reed, S., Smarsh, D., Anthony, T., Klein, D., Mckeever, K., & Mirek, E. (2020). Exercise Physiology, a section of the journal *Frontiers in Physiology*. *Frontiers in Physiology*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00110>

Gentry, L., Thompson, D., Gentry, G., Del Vecchio, R., Davis, K., & Del Vecchio, P. (2004). *Journal of Equine Veterinary Science*. *J Equine Vet Sci*, 24, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2004.04.009>

Gentry, L., Thompson, D., Gentry, G., Del Vecchio, R., Davis, K., & Del Vecchio, P. (2004). *Journal of Equine Veterinary Science*. *J Equine Vet Sci*, 24, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2004.04.009>

Giannetto, C., Arfuso, F., Fazio, F., Giudice, E., Pietro, S. D., Bruschetta, D., & Piccione, G. (2017). Different training schedules influence platelet aggregation in show jumping horses. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 20(1), 149–154. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2017-0019>

Glesener, M. (2023). The Evolution of modern show jumping Horses., <https://www.lem.lu/>.

Gluck, C., Williams, J., & Pratt-Phillips, S. (2023). Performance analysis of show jumping rounds at a national pony competition. *Comparative Exercise Physiology*, 19(5), 399–405. <https://doi.org/10.1163/17552559-20220064>

Gobesso, A. A. de O., Martins, R. A. D. T., Gil, P. C. N., Françoso, R., & Gonzaga, I. V. F. (2014). Avaliação de escore corporal em equinos através da ultrassonografia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 51(2), 136. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v51i2p136-141>

Gomes, C. L. N., Ribeiro Filho, J. D., Silva, L. P., Aranha, R. M. C., Moraes Júnior, F. J., Cardoso, J. K. M., & Monteiro, L. C. (2019). Parâmetros fisiológicos e bioquímicos de equinos em treinamento de três tambores: pós-condicionamento, pós-percurso e pós-descanso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia*, 71(2), 631–639. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10270>

Souza, B., Chaves Pessoa Da Veiga, C., Ferreira De Oliveira, G., Maria, A., Ferreira, R., & Queiroz De Almeida, F. (2013). Avaliação de um programa de treinamento para cavalos de concurso completo de equitação: efeitos sobre a frequência cardíaca e a curva de lactato.

Górecka-Bruzda, A., & Jezierski, T (2010). Breed differences in behaviour-related characteristics of stallions evaluated in performance tests. *Animal Science Papers and Reports*.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Kwong, G. P. S., Bayly, W., & Léguillette, R. (2017). Workload of horses on a water treadmill: effect of speed and water height on oxygen consumption and cardiorespiratory parameters. *BMC Veterinary Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1290-2>

Greco-Otto, P., et al. "Conditioning Equine Athletes on Water Treadmills Significantly Improves Peak Oxygen Consumption." *Veterinary Record*, vol. 186, no. 8, 11 Sept. 2019, p. vetrec-2017-104684, <https://doi.org/10.1136/vr.104684>.

Hanousek, K., Salavati, M., & Dunkel, B. (2020). The Impact of Horse Age, Sex, and Number of Riders on Horse Performance in British Eventing Horse Trials. *Journal of Equine Veterinary Science*, 94, 103250. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103250>

Henshall, C., Randle, H., Francis, N., & Freire, R. (2022). The effect of stress and exercise on the learning performance of horses. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03582-4>

Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2008). *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. In Google Books. Elsevier Health Sciences. <https://books.google.pt/books?id=it-m5VlwKRgC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>

Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2013). *Equine Sports Medicine and Surgery E-Book*. Saunders Ltd. 687-761.

Hodgson, D. R., Kenneth Harrington Mckeever, & McGowan, C. M. (2014). *The athletic horse : principles and practice of equine sports medicine*. Elsevier/Saunders.

Hoopes, K., Thacker, E., & Greenhalgh, L. (2019). *Body Condition Scoring for Horses*.

Iowa State University of Science and Technology. (2024). The Body Condition Score. Equine Science. <https://www.extension.iastate.edu/equine/body-condition-score>

Janicki, B., Kochowicz, A., Cygan-Szczegielniak, D., & Krumrych, W. (2011). Fundamentals of exercise physiology in horses. *Medycyna weterynaryjna*. 68. 323-327.

Jansson, A., Gunnarsson, V. P., Ringmark, S., Ragnarsson, S., Söderroos, D., Ásgeirsson, E., Jóhannsdóttir, T. R., Liedberg, C., & Stefánsdóttir, G. J. (2021). Increased body fat content in horses alters metabolic and physiological exercise response, decreases performance, and increases locomotion asymmetry. *Physiological Reports*, 9(11). <https://doi.org/10.14814/phy2.14824>

Jennie L. Ivey, PhD, PAS, Assistant Professor, UT Extension Lacey H. Johnston, MS, PAS, Lecturer, (2023) Managing the Equine Athlete. Herbert College of Agriculture Department of Animal Science.

Jensen, R. B., Danielsen, S. H., & Tauson, A.-H. (2016). Body condition score, morphometric measurements and estimation of body weight in mature Icelandic horses in Denmark. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58(S1). <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0240-5>

Jesse, A., Mrcvs, V., St, B., Clinic, & Dipwcf, A. (2014). Peak performance: Show-jumping We asked the experts for tips on achieving peak performance in show-jumping In the sport of show-jumping how do training and talent influence “peak performance”? What role does physiotherapy play in achieving show-jumping “peak performance”?

Johnson, El-Maaty, A. M. A., Sisy, G. A. E., Shaker, M. H., & Ezzo, O. H. (2014). Age-related rump fat, fat percent, body fat mass, leptin, androgens and semen parameters of Arab stallions. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 3(3), 184–191. [https://doi.org/10.1016/s2305-0500\(14\)60024-5](https://doi.org/10.1016/s2305-0500(14)60024-5)

Johnson, P. (2002). *The equine metabolic syndrome Peripheral Cushing's syndrome*.

Kirsch, K., Fercher, C., Horstmann, S., von Reitzenstein, C., Augustin, J., & Lagershausen, H. (2022). Monitoring Performance in Show Jumping Horses: Validity of Non-specific and Discipline-specific Field Exercise Tests for a Practicable Assessment of Aerobic Performance. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.818381>

Lacombe, V. A., Hinchcliff, K. W., & Taylor, L. E. (2003). Interactions of substrate availability, exercise performance, and nutrition with muscle glycogen metabolism in horses.

Journal of the American Veterinary Medical Association, 223(11), 1576–1585.
<https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.1576>

Latham, C. M., Owen, R. N., Dickson, E. C., Guy, C. P., & White-Springer, S. H. (2021). Skeletal Muscle Adaptations to Exercise Training in Young and Aged Horses. *Frontiers in Aging*, 2. <https://doi.org/10.3389/fragi.2021.708918>

Leisson, K., Jaakma, Ü., & Seene, T. (2008). Adaptation of Equine Locomotor Muscle Fiber Types to Endurance and Intensive High Speed Training. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28(7), 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.05.007>

Leitner, F. (2024, April 3). The Art of the Jump: How to train your showjumping horse. ReiterWelt. https://reiterwelt.eu/blogs/our-latest-posts/the-art-of-the-jump-how-to-train-your-showjumping-horse?srsId=AfmBOoomn-q8LxbxLygAYj9_m4auYZ0BW9NLWDj1lj7OPUgkgUpU_4L

Lima, P. A. H. de L., Brandieri, T. J. P., Junior, D. P., & Costa, G. B. (2021). Bibliographic survey of the parameters used to perform evaluation and physiology of exercise in horses / Levantamento bibliográfico dos parâmetros utilizados para avaliação de desempenho e fisiologia do exercício em equinos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(1), 210–220. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n1-020>

Lindner, A., Wäschle, S., & Sasse, H. H. L. (2011). Physiological and blood biochemical variables in horses exercising on a treadmill submerged in water. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(4), 563–569. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01179.x>

Lönnell, C., (2017, December 22). Book Excerpt: Basic Training Principles for Sport Horse Soundness and Performance. Practical Horseman. <https://practicalhorsemanmag.com/health/book-excerpt-basic-training-principles-sport-horse-soundness-and-performance/>

Luis, J., & Rivero, L. (2024). Fundamentals of muscle training of the horse: New paradigms for sports medicine specialists. *Scienze Medico Biologiche*, 112(1), 2024.

Maitland-Smith, K., Young, R., MacGougan, B., & Maitland, G. (2004). JUMPING Project Gu Górecka-Bruzda, Aleksandra & Jezierski, Tadeusz. (2010). Breed differences in

behaviour-related characteristics of stallions evaluated in performance tests. *Animal Science Papers and Reports*. ide.

Manso, H., Filho, C., Maia, L., Ferreira, C., & Korinsky, E. (2016). *Percentage of fat in horses breed in tropical areas*.

Marlin, D. (2015). Has the Golden Age of Equine Exercise Physiology Passed and if so, Have We Answered All the Big Questions? *Journal of Equine Veterinary Science*, 35(5), 354–360. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.03.006>

Martins, A. (2022). Universidade de Lisboa Faculdade de Medicina Veterinária Ultrasonographic evaluation of fat-free mass and its relationship with physical activity in horses.

McCullagh, S., Keen, J., Dosi, M., & Morgan, R. (2023). Bringing equine adipose tissue into focus. *Equine Veterinary Education*, 36(3), 145–151. <https://doi.org/10.1111/eve.13894>

McGowan, C. M., & Whitworth, D. J. (2008). Overtraining syndrome in horses. *Comparative Exercise Physiology*, 5(02), 57. <https://doi.org/10.1017/s1478061508979202>

Melo, A. (2015). Plasma Seminal (Revisão). *Pubvet*, 8(18). <https://doi.org/10.22256/pubvet.v8n18.1775>

Muñoz, A., Becero, M., Saitua, A., Argüelles, D., Sánchez De Medina, A., & Castejón-Riber, C. (2019). Scholarly Dialogs SD3(1-11) Exercise in the water: should we incorporate it into training and rehabilitation programs for the sport horse? *APMB - Anais Da Academia Peloritana de Pericolanti Classe de Ciências Biológicas Médicas*, 107(2), 3–4.

Muñoz, A., Saitua, A., Becero, M., Riber, C., Satué, K., Medina, A. S. de, Argüelles, D., & Castejón-Riber, C. (2019). The use of the water treadmill for the rehabilitation of musculoskeletal injuries in the sport horse. *Journal of Veterinary Research*, 63(3), 439–445. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0050>

Muñoz, L., Briones, M., & Saavedra, M. J. (2021). Relación entre el índice de condición corporal y la calificación de condición corporal de henneke modificada en caballos raza chilena. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 37(1), 74–80. <https://doi.org/10.29393/chjaas37-8rb1m30008>

Munsters, C. C. B. M., van Iwaarden, A., van Weeren, R., & Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. M. (2014). Exercise testing in Warmblood sport horses under field conditions. *The Veterinary Journal*, 202(1), 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.07.019>

Nankervis, K. J., Finney, P., & Launder, L. (2015). Water depth modifies back kinematics of horses during water treadmill exercise. *Equine Veterinary Journal*, 48(6), 732–736. <https://doi.org/10.1111/evj.12519>

Nankervis, K. J., Launder, E. J., & Murray, R. C. (2017). The Use of Treadmills Within the Rehabilitation of Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 53(53), 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.01.010>

Nankervis, K., Tranquille, C. A., York, J., & Murray, R. C. (2020). Equine water treadmill exercise A guide for users. ResearchGate; Hartpury University. <https://www.researchgate.net/publication/342476112>

Nankervis, K., Tranquille, C., McCrae, P., York, J., Lashley, M., Baumann, M., King, M., Sykes, E., Lambourn, J., Miskimmin, K.-A., Allen, D., van Mol, E., Brooks, S., Willingham, T., Lacey, S., Hardy, V., Ellis, J., & Murray, R. (2021). Consensus for the General Use of Equine Water Treadmills for Healthy Horses. *Animals*, 11(2), 305. <https://doi.org/10.3390/ani11020305>

Nankervis, K., Tranquille, C., Tacey, J., Deckers, I., MacKechnie-Guire, R., Walker, V., Hopkins, E., Newton, R., & Murray, R. (2024). Kinematic Responses to Water Treadmill Exercise When Used Regularly within a Sport Horse Training Programme : A Longitudinal, Observational Study. *Animals*, 14(16), 2393. <https://doi.org/10.3390/ani14162393>

Navas de Solis, C. (2019). Cardiovascular Response to Exercise and Training, Exercise Testing in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 35(1), 159–173. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.11.003>

New Zealand, E. S. (2021). Rules of Equestrian Sports New Zealand Inc jumping, <https://www.nzequestrian.org.nz>.

Pagan, Dr. J., & Jackson, Dr. S. (1993). Nutrition related problems of the performance horse. *Journal of Equine Veterinary Science*, 13(2), 63–64. [https://doi.org/10.1016/s0737-0806\(06\)81071-3](https://doi.org/10.1016/s0737-0806(06)81071-3)

Pallesen, K., Gebara, K., Hopster-Iversen, C., & Berg, L. C. (2023). Development of an equine muscle condition score. *Equine Veterinary Education*, 35(8). <https://doi.org/10.1111/eve.13777>

Pallesen, K., Gebara, K., Hopster-Iversen, C., & Berg, L. C. (2023). Development of an equine muscle condition score. *Equine Veterinary Education*, 35(8). <https://doi.org/10.1111/eve.13777>

Piccione, G., Bazzano, M., Giannetto, C., Marafioti, S., & Fazio, F. (2014). Training-induced changes in clotting parameters of athletic horses. *Journal of Veterinary Science*, 15(1), 45–45. <https://doi.org/10.4142/jvs.2014.15.1.45>

Pratt-Phillips, S., & Munjizun, A. (2023). Impacts of Adiposity on Exercise Performance in Horses. *Animals*, 13(4), 666. <https://doi.org/10.3390/ani13040666>

Reverdy (2024). Muscular physiology <https://www.reverdy.fr/en/articles/posts/muscular-physiology>

Rietbroek, N. J., Dingboom, E. G., Joosten, B. J. L. J., Eizema, K., & Everts, M. E. (2007). Effect of show jumping training on the development of locomotory muscle in young horses. *American Journal of Veterinary Research*, 68(11), 1232–1238. <https://doi.org/10.2460/ajvr.68.11.1232>

Rivero, J. L. L. (2004). Muscle morphology heterogeneity: control, significance for performance and responses to training. *BSAP Occasional Publication*, 32, 11–25. <https://doi.org/10.1017/s0263967x00041197>

Rivero, J.-L., & Hill, E. (2015). Skeletal muscle adaptations and muscle genomics performance horses. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.11.019>

Roman-Popovici, A., Sumovschi, D., & Ioan Gilcă. (2015). Competition Jumping Horses: Effects of Age, Sex and Breed on the Fei/Wbfs World Ranking. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 72(1). <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:10500>

Rovere, G., Ducro, B. J., van Arendonk, J. A. M., Norberg, E., & Madsen, P. (2016). Analysis of competition performance in dressage and show jumping of Dutch Warmblood horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 133(6), 503–512. <https://doi.org/10.1111/jbg.12221>

Rudmieze, S., & Fernāte, A. (2023). Horse and rider factors of performance in show - jumping discipline. *Sabiedrība, Integrācija, Izglītība*, 2, 656–669. <https://doi.org/10.17770/sie2023vol2.7161>

Santos, C. (2024) Avaliação do recrutamento muscular através da termografia e da análise de CK sérica ao longo de um protocolo de treino de 10 semanas na passadeira aquática em equinos de saltos de obstáculos.

Saitua, A., Becero, M., Argüelles, D., Castejón-Riber, C., Sánchez de Medina, A., Satué, K., & Muñoz, A. (2020). Combined Effects of Water Depth and Velocity on the Accelerometric Parameters Measured in Horses Exercised on a Water Treadmill. *Animals*, 10(2), 236. <https://doi.org/10.3390/ani10020236>

Schlup, E., Godoi, F. N., Andrade, A. M., Bergmann, J. A. G., & Almeida, F. Q. (2014). Efeito do treinamento sobre a cinemática de equinos no salto de obstáculos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia*, 66(6), 1647–1654. <https://doi.org/10.1590/1678-7442>

Secani, A., & Lega, E. (2009). Fisiologia do exercício em equinos. *Nucleus Animalium*, 1(2), 53–65. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.282>

Siegers, E. W., de Ruijter-Villani, M., van Doorn, D. A., Stout, T. A. E., & Roelfsema, E. (2017). Ultrasonographic measurements of localized fat accumulation in Shetland pony mares fed a normal v. a high energy diet for 2 years. *Animal*, 12(08), 1602–1610. doi:10.1017/s1751731117003251

Siqueira, R. F., Silva, B. O., Fernandes, M. L., & Fernandes, W. R. (2019). Evaluation of the racial difference in body condition score and parameters of lipid metabolism in Purebred Arabian horses and Thoroughbred horses trained for racing. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 56(4), e158360. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2019.158360>

St. George, L., Clayton, H. M., Sinclair, J., Richards, J., Roy, S. H., & Hobbs, S. J. (2021). Muscle Function and Kinematics during Submaximal Equine Jumping: What Can Objective Outcomes Tell Us about Athletic Performance Indicators? *Animals*, 11(2), 414. <https://doi.org/10.3390/ani11020414>

Steinkraus, W. (1987). An Overview of the History of Show Jumping. <https://showjumpinghalloffame.net>.

Stinner, A. (2014). The Physics of Equestrian Show Jumping. *The Physics Teacher*, 52(4), 202–206. <https://doi.org/10.1119/1.4868930>

Superchi, P. (2014). Relationship among BCS and Fat Thickness in Horses of

Different Breed, Gender and Age. *Annual Research & Review in Biology*, 4(2), 354–365.
<https://doi.org/10.9734/arrb/2014/6947>

Teixeira-Neto, A., Ferraz, G., Moscardini, A., Balsamão, G., Souza, J., & Queiroz-Neto, A. (2008). Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate . In *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* (pp. 543–549).

Tranquille, C. A., Tacey, J. B., Walker, V. A., Nankervis, K. J., & Murray, R. C. (2018). International Survey of Equine Water Treadmills—Why, When, and How? *Journal of Equine Veterinary Science*, 69, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.05.220>

Tsubone, H., Hanafusa, M., Endo, M., Manabe, N., Hiraga, A., Ohmura, H., & Aida, H. (2013). Effect of Treadmill Exercise and Hydrogen-rich Water Intake on Serum Oxidative and Anti-oxidative Metabolites in Serum of Thoroughbred Horses. *Journal of Equine Science*, 24(1), 1–8. <https://doi.org/10.1294/jes.24.1>

Vermeulen, R., de Meeûs, C., Plancke, L., Boshuizen, B., de Bruijn, M., & Delesalle, C. (2017). Fysiologische effecten van verschillende soorten arbeid op de spierontwikkeling van het paard. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 86(4). <https://doi.org/10.21825/vdt.v86i4.16183>

Vincze, A., Szabo, C., Veres, S., Uto, D., & Hevesi, A. T. (2017). Fitness improvement of show jumping horses with deep water treadmill training. *Veterinárni Medicina*, 62(4), 192–199. <https://doi.org/10.17221/135/2016-vetmed>

Votion, D.-M., Navet, R., Lacombe, V. A., Sluse, F., Essén-Gustavsson, B., Hinchcliff, K. W., Rivero, J.-L. L., SerTEYN, D., & Valberg, S. (2007). Muscle energetics in exercising horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 4(3-4), 105–118. <https://doi.org/10.1017/s1478061507853667>

Votion, D.-M., Navet, R., Lacombe, V. A., Sluse, F., Essén-Gustavsson, B., Hinchcliff, K. W., Rivero, J.-L. L., SerTEYN, D., & Valberg, S. (2007). Muscle energetics in exercising horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 4(3-4), 105–118. <https://doi.org/10.1017/s1478061507853667>

Wardrope, J. (2006). Horse Canada. Horse Canada. <https://horse-canada.com>.

Weishaupt, M. (2008). Why are horses high-performance athletes? <https://doi.org/10.5167/uzh-16596>

Whitaker, T. C., Mills, A., & Duxbury, L. J. (2008). Horse warm-up regimes at two different competitive levels of show jumping: a pilot study. *Comparative Exercise Physiology*, 5(02), 105. <https://doi.org/10.1017/s1478061508120254>

Yarnell, K., Fleming, J., Stratton, T. D., & Brassington, R. (2014). Monitoring changes in skin temperature associated with exercise in horses on a water treadmill by use of infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 45, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.08.003>

Cabrera, A. M., & Correa Valencia, N. M. D. P. (2020). Body fat evaluation in Colombian Paso horses: body condition score and morphometric and ultrasound measurements. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 57(4), e171082. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2020.171082>