

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Veterinária
Colegiado dos cursos de Pós-Graduação em Zootecnia

**DESEMPENHO FÍSICO E AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DE EQUINOS MANGALARGA
MARCHADOR SUBMETIDOS A TREINAMENTO AQUÁTICO EM PISCINA**

Jéssica Lage

Belo Horizonte

2022

Jéssica Lage

**DESEMPENHO FÍSICO E AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DE EQUINOS
MANGALARGA MARCHADOR SUBMETIDOS A TREINAMENTO AQUÁTICO EM
PISCINA**

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área: Produção de Não-Ruminantes

Orientador: Adalgiza Souza Carneiro de Rezende

Belo Horizonte

2022

L174d Lage, Jéssica,1988 -
Desempenho físico e avaliação cinemática de equinos mangalarga marchador submetidos a treinamento aquático em piscina / Jéssica Lage. -2022.
73f: il

Orientadora: Adalgiza Souza Carneiro de Rezende
Tese (Doutorado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora.

Área de Concentração: Produção de Não-Ruminantes

Bibliografia: f: 64-73

1- Cavalo Marchador - Teses - 2 – Medicina veterinária - Teses – I – Rezende, Adalgiza Souza Carneiro de - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária –
III. Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

DESEMPENHO FÍSICO E AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR SUBMETIDOS A TREINAMENTO AQUÁTICO EM PISCINA

Jéssica Lage

Tese de Doutorado defendida e aprovada, no dia **15 de dezembro de 2022**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

Mayara Gonçalves Fonseca

Médica Veterinária Doutora autônoma

Raquel Silva de Moura

Universidade Federal de Lavras

Andressa B. da Silveira

Universidade Federal de Minas Gerais

Priscila Fantini

Universidade Federal de Minas Gerais

Adalgiza Souza Carneiro de Rezende - Orientadora

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 27 de março de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Angela Maria Quintão Lana, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 27/03/2023, às 10:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2177941** e o código CRC **CBE3ED63**.

Agradecimentos:

Sou grata aos meus pais pela vida, por todo amor, dedicação, incentivo, suporte e apoio incondicional.

Ao Diego, meu irmão, pela amizade e incentivo de sempre.

Ao José Gabriel, agradeço pelo apoio, força, companheirismo e amor.

À Professora Adalgiza, mestre, mentora, que me acolheu desde a graduação, agradeço pelas oportunidades e por compartilhar tamanha experiência.

Ao Elisson Assis, proprietário da Fazenda Pau Dalho, por disponibilizar instalações, animais e todo o espaço para a realização do experimento.

À Livia e Magton, Ederson e Emerson, Emilson, Haras Abelhão, e todos que disponibilizaram seus animais na participação do experimento.

Ao Tinaldo, minha enorme gratidão! Por conduzir todo o treinamento, experimento, cuidado com os animais, desde o primeiro dia, enfrentando os desafios e fazendo com que tudo ocorresse perfeitamente.

Mayara, minha grande amiga, parceira, companheira e mentora! Mais uma vez, meu MUITO OBRIGADA, por tudo! Sem ela, nem aqui eu teria chegado!

À Integral Mix pelo patrocínio com a ração e sal mineral do experimento.

Professora Andressa, agradeço não só pelo auxílio com as análises cinemáticas, mas também por não medir esforços para ajudar com os desafios enfrentados devido à gestação.

Ao Henrique, agradeço pela ajuda nas análises cinemáticas durante e após o experimento.

Ao Professor Guilherme e equipe Lafeq, pelas orientações e apoio, e pela disponibilização do laboratório para análises.

Ao Colegiado de Pos Graduação em Zootecnia pela compreensão e confiança com os imprevistos que ocorreram até a finalização.

À Thays, por ter sido o meu braço direito. Por todo auxílio, companhia, disposição em me ajudar em todas as fases do experimento.

Agradeço ao meu filho Mateus, que mesmo chegando em um momento tão intenso, renovou todas as forças.

RESUMO

O estudo foi realizado com a finalidade de se conhecer os efeitos do treinamento aquático de equinos da raça Mangalarga Marchador (MM), uma vez que as respostas fisiológicas e cinemáticas de equinos MM ainda não foram documentadas. Foram utilizadas 15 éguas da raça MM, com idade entre 3 e 9 anos, divididas, aleatoriamente, em dois grupos: grupo T (submetidas ao treinamento aquático, n=9) e grupo NT (não treinadas, n=6). Antes e após a etapa experimental de 6 semanas de treinamento, as éguas realizaram análises cinemáticas, teste de marcha (M1 e M2) e teste de piscina (P1 e P2). Durante os testes M1 e M2, as éguas foram montadas por 30 min, na marcha, em pista circular gramada. Nos testes na piscina, o grupo T caminhou, com água na altura do peito, por 15 min. Antes e após os testes, foram avaliadas a Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e foi realizada coleta sanguínea para análise das variáveis hematológicas, lactato, glicose e enzimas musculares (CK e AST). A comparação das respostas fisiológicas obtidas foi usada para avaliação da intensidade do exercício realizado e dos efeitos do treinamento sobre a aptidão física dos animais. Para as análises cinemáticas, foram afixados marcadores em 20 pontos anatômicos de cada lado do animal avaliado, sendo que todos os foram montados pelo mesmo cavaleiro, que realizou passagens experimentais frente a câmera, na marcha média. Procedeu-se à filmagem bidimensional com frequência de 240 quadros por segundo e utilizou-se o software Tracker 6.0 para digitalização e análise das imagens. As variáveis cinemáticas mensuradas foram: comprimento da passada, tempo da passada, velocidade, frequência de passadas, deslocamento vertical do casco, deslocamento vertical do ombro, da garupa, da nuca e da face, ângulos mínimo e máximo de boletos, quartelas, jarrete e da nuca. O protocolo de treinamento consistiu de caminhada na piscina, três vezes por semana, com água na altura do peito, por 6 semanas. Nas primeiras 2 semanas, a duração do exercício aquático foi de 15 min. Aumentou-se 5 min a cada 2 semanas, finalizando com 25 min nas últimas 2 semanas de treinamento. Todos os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e igualdade de variâncias. As respostas dos testes de marcha foram submetidos à análise de variância de três fatores para amostras repetidas, já os dados dos testes de piscina foram submetidos à análise de variância de dois fatores para amostras repetidas. Os resultados das análises cinemáticas foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e igualdade de variâncias e, em seguida, ANOVA de dois fatores para amostras repetidas. As médias foram comparadas por teste de Tukey ($p \leq 0,05$). De M1 para M2, houve aumento de FC, TR e do lactato após o exercício, somente no grupo NT. Nos testes de piscina, as éguas do grupo T reduziram os valores de FR, TR e lactato após o período de condicionamento físico (P2). Ocorreram adaptações fisiológicas relacionadas ao ganho de aptidão aeróbia no grupo de éguas submetidas ao protocolo de treinamento aquático em piscina. Não foram observadas diferenças em nenhuma das variáveis cinemáticas analisadas. O protocolo de treinamento aquático em piscina utilizado durante seis semanas, melhorou o condicionamento aeróbio e não alterou os parâmetros cinemáticos de éguas da raça MM.

Palavras chave: condicionamento físico, treinamento aquático, fisiologia do exercício equino, andamento, biomecânica.

ABSTRACT

The study was carried out with the purpose of knowing the effects of aquatic training in Mangalarga Marchador (MM) horses, since the physiological and kinematic responses of MM horses have not yet been documented. Fifteen MM mares, aged between 3 and 9 years, were randomly divided into two groups: group T (submitted to aquatic training, n=9) and group NT (not trained, n=6). Before and after the experimental stage of 6 weeks of training, the mares underwent kinematic analysis, marcha test (M1 and M2) and pool test (P1 and P2). During the M1 and M2 tests, the mares were mounted for 30 min, in marcha gait, on a grassy circular track. In the pool tests, the T group walked in chest-deep water for 15 min. Before and after the tests, heart rate (HR), respiratory rate (RR), rectal temperature (TR) were evaluated and blood was collected for analysis of hematological variables, lactate, glucose and muscle enzymes (CK and AST). The comparison of the obtained physiological responses was used to evaluate the intensity of the exercise performed and the effects of training on the physical fitness of the animals. For the kinematic analyses, markers were affixed to 20 anatomical points on each side of the evaluated animal, all of which were mounted by the same rider, who performed experimental passages in front of the camera, at medium marcha. Two-dimensional filming was performed at a frequency of 240 frames per second and Tracker 6.0 software was used for digitization and image analysis. The kinematic variables measured were: stride length, stride duration, speed, stride frequency, vertical displacement of the hoof, vertical displacement of the shoulder, croup, poll and face, minimum and maximum angles of fetlocks, pasterns, hock and from the back of the neck. The training protocol consisted of walking in the pool, three times a week, in chest-deep water, for 6 weeks. In the first 2 weeks, the duration of aquatic exercise was 15 min. It was increased by 5 min every 2 weeks, ending with 25 min in the last 2 weeks of training. All data were submitted to normality tests (Shapiro-Wilk) and equality of variances. The data from the marcha tests were submitted to a three-factor analysis of variance for repeated samples, while the data from the pool tests were submitted to a two-factor analysis of variance for repeated samples. The results of the kinematic analyzes were submitted to tests of normality (Shapiro-Wilk) and equality of variances, and then, two-way ANOVA for repeated samples. Means were compared using Tukey's test ($p \leq 0.05$). From M1 to M2, there was an increase in HR, TR and lactate after exercise, only in the NT group. In the pool tests, the mares in the T group reduced the FR, TR and lactate values after the physical conditioning period (P2). There were physiological adaptations related to the gain in aerobic fitness in the group of mares submitted to the aquatic training protocol in a swimming pool. No differences were observed in any of the kinematic variables analyzed. The aquatic training protocol in a pool used for six weeks improved the aerobic conditioning and did not change the kinematic parameters of MM mares.

Keywords: physical conditioning, aquatic training, equine exercise physiology, gait, biomechanics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura da piscina onde foram realizados os testes P1 e P2, e o treinamento das éguas.....	33
Figura 2 – Descrição anatômica dos pontos de fixação dos marcadores adesivos.....	36
Figura 3 – Ângulo mínimo de bolete.....	38
Figura 4 – Ângulo máximo de bolete.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C - graus centígrados
ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador
AST - aspartato aminotransferase
ATP - adenosina trifosfato
Bpm - batimentos por minuto
CK - creatina quinase
cm - centímetros
DC – Débito cardíaco
ECC - Escore da Condição Corporal
FC - frequência cardíaca
FC _{MÁX} - frequência cardíaca máxima
FC _{pico} – frequência cardíaca pico
FR - frequência respiratória
h - horas
Hb - hemoglobina
Kg - quilogramas
Km – quilômetro
km.h ⁻¹ - quilômetros por hora
M1 – teste de marcha, realizado antes do início do treinamento
M2 - teste de marcha, realizado após 42 dias de treinamento
min - minutos
MM - Mangalarga Marchador
mmol/L - milimol por litro
mpm - movimentos por minuto
NT – grupo não submetido ao protocolo de treinamento
P1 – teste de piscina, realizado antes do início do treinamento
P2 - teste de piscina, realizado após 42 dias de treinamento
PT – proteínas totais
Seg - segundos
T - grupo T (submetido ao treinamento)
TR - temperatura retal
TR – temperatura retal
UI/L - unidade internacional por litro
V150- velocidade em que a FC corresponde a 150 bpm,
V200 - velocidade em que a FC corresponde a 200 bpm,
VL4 - velocidade em que a concentração de lactato atinge 4 mmol/L
VO _{2MÁX} - consumo máximo de oxigênio/capacidade aeróbia máxima

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Velocidades média e pico e distância total (média ± desvio padrão) obtidos em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT), ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T)	42
Tabela 2. Frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal (média ± desvio padrão) obtidas em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T).....	42
Tabela 3. Média ± desvio padrão de lactato e glicose plasmáticos obtidos em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T).....	46
Tabela 4- Creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) séricas (mediana (Q1;Q3)) obtidas em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T).....	48
Tabela 5. Hemácias, hemoglobina, hematócrito e proteína total (média ± desvio padrão) obtidos em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T)	49
Tabela 6. Velocidade média, velocidade pico e distância total (média ± desvio padrão) obtidos em testes padronizados em piscina antes (P1) e após (P2) seis semanas de condicionamento físico de éguas Mangalarga Marchador.	52
Tabela 7. Média ± desvio padrão da Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, lactato e glicose plasmáticos obtidos em testes padronizados em piscina antes (P1) e após (P2) 42 dias de condicionamento físico de éguas Mangalarga Marchador.....	53
Tabela 8. Creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) séricas (mediana: Q1;Q3) obtidas em testes padronizados em piscina antes (P1) e após (P2) seis semanas de condicionamento físico de éguas Mangalarga Marchador.....	56
Tabela 9. Comprimento, duração e frequência de passadas (média ± desvio padrão) durante a marcha de éguas Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico com exercício em piscina (Grupo T) ou sem atividade física regular (grupo NT).....	58
Tabela 10. Deslocamento vertical de marcadores e ângulos articulares do membro torácico (média ± desvio padrão) durante a marcha de éguas Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico com exercício em piscina (grupo T) ou sem atividade física regular (Grupo NT).....	60
Tabela 11. Deslocamento vertical de marcadores e ângulos articulares do membro pélvico (média ± desvio padrão) durante a marcha de éguas Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico com exercício em piscina (grupo T) ou sem atividade física regular (grupo NT).	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A raça Mangalarga Marchador	14
2.2 Exercícios aquáticos para equinos atletas	15
2.3 Testes de desempenho para avaliação de equinos atletas	19
2.4 Testes de desempenho: parâmetros avaliados	22
2.4.1 Frequência cardíaca	22
2.4.2 Lactato	23
2.4.3 Temperatura retal	25
2.4.4 Frequência respiratória	26
2.4.5 Enzimas musculares	26
2.4.6 Variáveis hematológicas	27
2.5 Avaliação cinemática de equinos exercitados na água	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Ética no uso de animais	29
3.2 Locais, animais e dieta	29
3.3 Tratamentos experimentais	30
3.4 Etapa pré-experimental	30
3.5 Etapa experimental	30
3.6 Testes de marcha	32
3.7 Testes padronizados em piscina	32
3.8 Treinamento	33
3.9 Parâmetros avaliados	34
3.9.1 Variáveis fisiológicas	34

3.9.2 Variáveis sanguíneas	35
3.9.2.1 Variáveis hematológicas	35
3.9.2.2 Lactato e glicose	35
3.9.2.3 Enzimas musculares – CK e AST	36
3.10 Análises cinemáticas	36
4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	39
4.1 Análises cinemáticas	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Testes de marcha	40
5.2 Testes padronizados em piscina	51
5.3 Análises cinemáticas	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
7. CONCLUSÕES	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1. INTRODUÇÃO

O setor da equideocultura é crescente na economia brasileira, com expansiva movimentação financeira e geração de empregos, diretos e indiretos (Lima; Cintra, 2016). A raça Mangalarga Marchador (MM) se destaca por ser a mais numerosa e por suas características específicas, as quais permitem que os animais dessa raça sejam utilizados em diversas modalidades equestres, como cavalgadas de longa duração, concursos de marcha, cavalgadas de regularidade guiadas por planilhas, lida com o gado, equoterapia, dentre outras. Devido à quantidade considerável de competições e eventos equestres e pela versatilidade e funcionalidade dos equinos MM, a busca pelo bom desempenho em provas é uma realidade nos criatórios da raça. Para isso, diversos recursos práticos têm sido utilizados na preparação física dos marchadores atletas. No entanto, como ainda são escassas as pesquisas científicas relacionadas ao treinamento e preparação física de equinos marchadores, sendo que na maioria das vezes, os protocolos de treinamento são desenvolvidos de forma empírica e baseados na experiência de práticos e/ou profissionais, com pouco ou nenhum embasamento científico, clínico ou fisiológico.

Os exercícios aquáticos para equinos atletas ganharam popularidade mundial nos últimos anos, realizados em esteiras aquáticas ou piscinas próprias, com altura, intensidade e duração variadas. Na literatura internacional, as pesquisas com equinos se exercitando em esteiras aquáticas relataram que essas atividades produzem trabalho de baixo impacto e alta resistência, capaz de minimizar forças concussivas devido ao amortecimento do impacto nas articulações dos membros locomotores, que ocorre quando os animais trabalham na água (Mc Clintock, 1987). Com isso, os equipamentos são utilizados, principalmente, para reabilitação de equinos lesionados e vem ganhando popularidade para uso em programas de condicionamento físico (Voss et al., 2002; Nankervis and Williams, 2006; Nankervis et al., 2009; Lindner et al., 2010). Segundo Greco-Otto et al. (2017), a intensidade dos exercícios aquáticos é determinada, principalmente, pela altura da água em que o animal trabalha. Além disso, o peso do cavalo é reduzido de 10 a 30% com mesmo gasto de energia apesar da redução da velocidade, devido à força de arrasto dos membros (McClintock et al., 1987). A crescente utilização de exercícios aquáticos na reabilitação de equinos lesionados, tem estimulado estudos com intuito de conhecer os efeitos dessa atividade nos parâmetros cinemáticos dos equinos. Por exemplo, Nankervis et al. (2015) verificaram que o nível (altura) da água influencia grupos musculares recrutados e reflete em mudança postural dos animais durante a caminhada. Esses autores concluíram também que os movimentos subaquáticos são realizados com maior amplitude,

podendo haver maior flexão ou extensão das articulações, dependendo da altura da água. No entanto, os efeitos a longo prazo desses exercícios na cinemática dos equinos ainda não são conhecidos. Portanto, parece que os exercícios aquáticos podem substituir os métodos de treinamento convencionais em terra de forma benéfica, reduzindo o impacto e o esforço repetitivo nos membros e podem também favorecer o condicionamento físico dos indivíduos susceptíveis a lesões por excesso de esforço.

No Brasil, as piscinas próprias para equinos já são encontradas em muitos haras e centros de treinamento de equinos marchadores. Silva et al. (2021)^a demonstraram essa realidade por meio de questionários enviados a criadores e treinadores da raça MM. Nessa pesquisa foi destacado que os exercícios em água são prescritos sem inspeção de médico veterinário, com frequência e duração variáveis. Os autores reforçaram a necessidade de estudos que demonstrem os efeitos de protocolos de treinamentos aquáticos para equinos MM.

O presente estudo foi realizado com a finalidade de se conhecer as vantagens e desvantagens do treinamento em piscina de equinos da raça MM, uma vez que as respostas fisiológicas e as alterações cinemáticas desses animais submetidos a protocolos de exercício regular em água ainda não foram documentadas. Os resultados obtidos poderão servir de base para direcionar a prescrição prática da dose correta de exercícios em piscina para equinos marchadores em preparação física e garantir a melhora do desempenho com menores riscos de lesões. Além de fornecer informações para guiar futuras pesquisas nas áreas de fisiologia do exercício e cinemática da raça MM.

Foram consideradas as seguintes hipóteses:

- Exercícios aquáticos incorporados ao treinamento podem induzir a adaptações fisiológicas e metabólicas que contribuam para a melhora do condicionamento aeróbio;
- O treinamento em piscina modifica o padrão de andamento e parâmetros cinemáticos de equinos marchadores;

Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos do treinamento aquático em piscina sobre o desempenho físico e padrão de movimento de equinos da raça MM.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar as respostas fisiológicas dos equinos marchadores submetidos a exercício aquático.

- Avaliar a evolução do condicionamento físico dos equinos marchadores submetidos ao treinamento aquático.
- Verificar se ocorre melhora dos parâmetros cinemáticos temporo-espaciais da dinâmica de movimentação dos animais treinados durante 6 semanas em piscina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A raça Mangalarga Marchador

O setor da equideocultura tem expressivo destaque no agronegócio nacional e a raça Mangalarga Marchador (MM), originada na região Sul do estado de Minas Gerais, possui o maior e mais representativo rebanho equino do Brasil (Lima; Cintra, 2016). Seu andamento característico, a marcha, é definida pela Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) como um andamento natural, simétrico, de quatro tempos, com apoio alternado dos bípedes laterais e diagonais, intercalados por momentos de tríplice apoio (ABCCMM, 2007). Este andamento favorece a estabilidade da coluna espinal e fornece conforto ao cavaleiro, o que torna estes animais versáteis e, por isso, são utilizados em diversas modalidades equestres (Rezende et al., 2016). No entanto, durante o andamento marchado é realizado movimento repetitivo e de alto impacto, que pode predispor os animais a um maior desgaste de articulações, tendões, ligamentos e ossos (Freitas, 2007).

De acordo com o regulamento oficial da ABCCMM (2009), durante a prova de marcha, os animais devem percorrer um percurso em pista circular, mantendo a velocidade entre 12 e 14 km/h, perfazendo o tempo mínimo de 20 e máximo de 70 minutos. No entanto, se o animal for bem classificado será submetido a novas competições durante o mesmo evento, sendo que nessas provas, a qualidade da movimentação dos membros é avaliada, considerando os seguintes quesitos de julgamento: gesto de marcha, comodidade e estabilidade, estilo, adestramento, rendimento e regularidade (ABCCMM, 2019).

De acordo com Corrêia e Castro (2011), aproximadamente 35% dos equinos julgados durante a XI Exposição Nacional da raça MM, realizada em 2011, foram indicados por algum árbitro para serem submetidos a análise de claudicação.

A ocorrência de lesões nas estruturas locomotoras de equinos marchadores pode estar relacionada ao excesso de esforço repetitivo durante o treinamento, o que pode gerar sobrecarga na cartilagem articular, trazendo como consequência o desenvolvimento de doenças ortopédicas (Anderson et al., 2004; Mcilwraith, 2004). Barcelos et al. (2016) comprovaram essa suspeita quando diagnosticaram alta prevalência de doenças da articulação do tarso em equinos abaixo de 60 meses que foram campeões na categoria de marcha picada, durante a 33ª e 34ª Exposição Nacional do MM, realizadas nos anos de 2014 e 2015. Os autores relacionaram esse achado aos menores ângulos dessas articulações nos equinos de marcha picada ou ao excessivo treinamento precoce ao qual o MM tem sido submetido.

As respostas fisiológicas ao exercício de marcha já foram descritas por diversos autores, que o classificaram como esforço físico de intensidade moderada, predominantemente aeróbio (Prates et al, 2009, Jordão et al., 2010; Lage et al., 2017). Essa classificação foi determinada por esses autores com base nas respostas de frequência cardíaca (FC) e das concentrações sanguíneas de lactato (Lac) obtidas durante exercícios padronizados de marcha com duração fixa e velocidade constante. O estudo de Lage et al. (2017) avaliou essas respostas em equinos treinados, submetidos a provas oficiais da raça. A FC média durante a marcha foi 150 bpm, e a Lac média foi menor que 2,0 mmol/L após as provas. O estudo também relatou momentos em que os animais se mantiveram parados ou ao passo durante a prova, o que contribuiu para a recuperação da FC. Esses resultados permitiram classificar as competições de marcha como esforço de intensidade intermitente e submáxima, sendo que a marcha foi realizada a 70% da FC máxima desses animais. A duração média das provas desse estudo foi de 40 minutos. A determinação da porcentagem da FC relativa à FC máxima das competições oficiais de marcha possibilitou conhecer a intensidade do esforço físico exigido durante a prova e assim, pode auxiliar na elaboração de protocolos de condicionamento físico que se aproximem das exigências fisiológicas impostas pelo exercício em provas oficiais (Lage et al., 2017). No estudo de Di Filippo et al. (2016), alterações nas variáveis hematológicas e bioquímicas provocadas por exercício de marcha de 45 minutos de duração indicaram ocorrência de desidratação, aumento de permeabilidade das células musculares e aumento das concentrações de glóbulos brancos. Em virtude dessas alterações, os autores alertaram que a prova de marcha é um exercício capaz de proporcionar esforço estressante aos animais.

2.2 Exercícios aquáticos para equinos atletas

Em equinos, Tranquille et al. (2018) descreveram aumento significativo do uso das esteiras aquáticas nos últimos 10 anos, o que demonstrou o ganho de popularidade dessa ferramenta para o treinamento de cavalos atletas no Reino Unido.

De acordo com Muñoz et al. (2019), os exercícios na água para treinamento e reabilitação são baseados nas três principais propriedades físicas da água: fluotabilidade, viscosidade e pressão hidrostática. A fluotabilidade é definida como a força de direção oposta à força da gravidade, de acordo com o princípio de Arquimedes. Assim, o corpo submerso na água aparenta ter menos peso e, portanto, um cavalo exercitado na água sofre menor pressão sobre os membros. Quanto maior a profundidade da água, maior a fluotabilidade. A viscosidade está relacionada com a resistência dos fluidos. Devido à maior viscosidade da água, em relação ao

ar, é necessário maior esforço para se locomover na água, o que gera maior exigência de trabalho muscular durante a movimentação. A pressão hidrostática, exercida sobre todas as superfícies do corpo imerso, provoca compressão semelhante à pressão hidrostática extravascular, o que contribui para o retorno venoso e drenagem linfática.

Grecco-Otto et al. (2017) ressaltaram que, apesar da importância de realizar exercícios de intensidades superiores durante o programa de condicionamento físico, esses causam um estresse excessivo nas estruturas do sistema locomotor, tornando-as susceptíveis a lesões. No entanto, durante os exercícios aquáticos, a alta resistência encontrada durante os movimentos na água provoca uma maior carga/intensidade de trabalho, sem aumento das forças de impacto dos membros no solo (Marlin e Nankervis, 2002). Por isso, os exercícios realizados na água se tornaram um método de trabalhar o equino em linha reta, superfície firme, sem o peso adicional do cavaleiro e com o benefício da redução de peso do indivíduo devido à flutuação (Tranquille et al., 2017; Nankervis et al., 2017). Lindner et al (2011) valorizaram o exercício em água quando descreveram que a flutuação decorrente da presença da água pode diminuir as forças articulares, induzir ao uso de músculos não utilizados em terra e aumentar a amplitude de movimento. Dessa forma, pode-se prever que o treinamento aquático seja capaz de incrementar as respostas fisiológicas e aptidão cardiorrespiratória de forma semelhante aos exercícios realizados em terra, sem que ocorra sobrecarga das articulações. (Wyatt et al., 2001; Greene et al., 2009; Tranquille et al., 2017). Contudo, há escassez de resultados de pesquisas científicas avaliando os efeitos dos exercícios aquáticos nos equinos, principalmente nas raças brasileiras. Nankervis e Williams (2006) demonstraram a importância de se adaptar os equinos em esteiras aquáticas, para que se acostumem mental e fisicamente, a um novo equipamento e ambiente de treinamento. De acordo com esses autores, sessões de 15 minutos são necessárias para que a FC se estabilize e os equinos estejam adaptados ao exercício no equipamento. Durante o trabalho submerso, a intensidade está relacionada, principalmente, com a altura (profundidade) da água e é bem menos dependente da velocidade (Greco-Otto et al., 2017).

Greco-Otto et al. (2019) avaliaram a FC, Lac e consumo máximo de oxigênio ($VO_{2MÁX}$) de equinos submetidos a diferentes protocolos de condicionamento em esteira aquática durante 18 dias e compararam com uma situação controle de treinamento na esteira sem água. Durante esta pesquisa, os animais foram submetidos a um teste de esforço máximo padronizado antes e após os programas de condicionamento físico, em pista de corrida de 800m, utilizando um sistema de ergoespirometria para análise do $VO_{2MÁX}$. Os dois grupos, com água ou sem água, foram submetidos ao mesmo protocolo de treinamento, com mesma intensidade, frequência e duração.

Foram nove equinos, machos e fêmeas, treinados 5 vezes por semana, durante 18 dias. A duração, no primeiro dia, foi de 11 min e ocorreu aumento progressivo nos primeiros nove dias de treinamento, até atingir 20 min. diários de exercício aquático. Antes do exercício de treinamento, os equinos de ambos os grupos foram submetidos a aquecimento na esteira sem a presença da água, com duração de 10 min. Após o exercício de treinamento de 20 min., realizaram 10 min de desaquecimento, enquanto a esteira esvaziava, totalizando 40 min de trabalho. Os resultados mostraram aumento do pico de VO_2 em ambos os grupos durante o teste de esforço máximo realizado a campo, porém o aumento mais significativo ocorreu no grupo treinado na água (16,1%). A análise de ergoespirometria realizada durante o exercício aquático com a água na altura do joelho demonstrou que essa carga de trabalho correspondeu à 21,7% do maior valor de VO_2 encontrado no teste de esforço ($VO_{2\text{pico}}$). Esse percentual relativo do consumo de oxigênio durante o exercício permitiu caracterizar a intensidade do esforço como submáximo. Assim, os autores concluíram que, apesar do exercício aquático realizado ter sido considerado um exercício de baixa intensidade, o protocolo de treinamento pode ter um bom efeito no condicionamento aeróbio devido ao aumento do $VO_{2\text{pico}}$ encontrado durante o teste de esforço após o período de treinamento neste grupo.

Em contrapartida, Borgia et al. (2010) submeteram 5 equinos destreinados a um programa de treinamento em esteira aquática, 5 dias por semana, durante 4 semanas. A duração do exercício variou de 5 min na fase inicial, alcançando 20 min ao final do treinamento. A altura da água foi no nível do abdômen, na região ventral. Foi feita a avaliação da velocidade em que os animais atingiram 200 bpm (V_{200}) e das análises bioquímicas dos músculos flexores digitais superficiais por meio de biópsia realizada durante e após o teste de velocidade progressiva em esteira. Os autores não encontraram melhora na V_{200} ou na capacidade oxidativa dos músculos avaliados. Dessa forma, concluíram que o período e protocolo de treinamento utilizados não foram responsáveis por provocar alterações significativas nos sistemas circulatório ou musculoesquelético dos equinos. Da mesma forma, Firshman et al. (2015), compararam os efeitos do treinamento em esteira convencional e submersa nas propriedades da fibra muscular e nas respostas metabólicas dos músculos glúteo e flexor digital superficial em exercícios de alta velocidade. Foram usados 6 equinos, destreinados, em delineamento cruzado randomizado, com período de descanso de 60 dias. Em ambos os grupos, treinamento com água e sem água, a duração do protocolo de treinamento foi de 8 semanas, 5 dias por semana. O exercício para o condicionamento físico foi realizado na velocidade de 1,5 m/s, com a mesma duração nos dois grupos. Na primeira semana os equinos exercitaram por 16 a 20 min., com aumentos diários

em 1 min. Assim, sucessivamente ocorreu aumento de 1 min por dia, até o fim da 5ª semana, quando atingiram 40 min de exercício. Da 6ª a 8ª semana, a duração foi de 40 min, com a água da esteira na altura do olecrano. Os animais foram submetidos a um teste de esforço padronizado em alta velocidade, antes e depois do período de treino. Amostras foram coletadas para análise por biópsia muscular, antes e após cada teste. Os autores não encontraram alterações significativas nos parâmetros avaliados, e concluíram que oito semanas do protocolo de treinamento utilizado, em esteira convencional ou aquática, não foi suficiente para provocar efeito nas respostas metabólicas musculares ou FC durante os testes de alta velocidade que foram realizados. Assim, eles sugeriram que, em equinos lesionados, após a reabilitação em esteira, é necessária a inclusão de trabalhos com acelerações progressivas para obter ganho de aptidão própria para executar exercícios de alta velocidade.

Tranquille et al. (2018) determinaram, por meio de questionários, as formas como as esteiras aquáticas são utilizadas na prática atualmente, se o objetivo do exercício é para treinamento ou reabilitação e como os proprietários e treinadores consideram o resultado das adaptações provocadas pelos exercícios aquáticos. Nessa pesquisa, todos os participantes informaram que a duração da sessão de treino, a profundidade da água e a velocidade utilizadas dependiam de fatores individuais, como: condição clínica, aptidão física, histórico de treinamento, idade e peso. Apenas 24% dos entrevistados relataram realizar consulta veterinária antes do início do treinamento em esteira aquática. Os problemas de pele foram os mais comuns encontrados entre as propriedades pesquisadas e 60% delas usavam esteira aquática com objetivo de treinamento e condicionamento físico dos equinos, sendo a maioria dos animais treinados para o esporte de adestramento. Segundo essa pesquisa, o treinamento aquático para esportes que exigem melhora na movimentação dos membros pode ser benéfico devido às possíveis alterações biomecânicas no andamento dos equinos treinados em água, que podem aumentar a amplitude do movimento e beneficiar o desempenho de animais que praticam esse tipo de esporte. Assim, os demais entrevistados relataram utilizar os equipamentos aquáticos com a finalidade de reabilitação após a ocorrência de lesões do sistema locomotor. Com relação à altura da água, níveis mais altos foram usados nos protocolos de treinamento (acima do carpo/tarso), enquanto profundidades inferiores eram utilizadas com objetivo de reabilitação. A altura da água mais utilizada foi a altura do jarrete, nas velocidades médias de 1,6 m/s ao passo e 4,4 m/s no trote. A duração média das sessões de treino foi de 23,5 minutos, com respostas que variaram entre 5 e 54 minutos. Quando questionados sobre a percepção das adaptações provocadas pelo exercício aquático, os entrevistados responderam, principalmente, que observaram aumento de

força, condicionamento físico, coordenação motora e desenvolvimento muscular. Porém, essa percepção foi subjetiva, sem avaliação técnica e científica. Foi observado também que, quando o objetivo era treinamento, os níveis da água utilizados foram mais profundos em comparação com as sessões realizadas com a finalidade de promover a reabilitação de indivíduos lesionados.

A pesquisa de Tranquille et al. (2018) forneceu informações sobre os padrões e protocolos de treinamento utilizados com a esteira aquática em equinos, tanto para treinamento quanto para reabilitação. Os autores ressaltaram os benefícios do uso de exercícios aquáticos para manutenção do condicionamento físico em equinos atletas, já que ocorre redução da sobrecarga articular e, portanto, menores riscos de ocorrências de lesões. No entanto, ficou claro a falta de embasamento técnico e científico no planejamento dos exercícios com objetivos reais e resultados eficazes para ganho no desempenho atlético. No Brasil, Silva et al. (2021)^a descreveram a utilização prática do treinamento aquático nos criatórios da raça MM. Questionários online foram enviados a treinadores e criadores de equinos da raça. A utilização dos exercícios em água no treinamento de MM foi considerada uma prática recente, visto que maior parte dos entrevistados relatou utilizar há menos de 5 anos da realização do questionário, em suas propriedades. Além disso, grande parte utiliza ainda piscinas naturais, rios, açudes, tanques, sem controle de profundidade ou distância. Quando questionados sobre altura da água, duração da sessão de treino e frequência semanal, houve grande variação de respostas, o que deixou claro a falta de embasamento clínico ou fisiológico e a necessidade de estudos que auxiliem na prescrição do volume no protocolo de treinamento aquático para equinos da raça MM.

2.3 Testes de desempenho para avaliação de equinos atletas

Testes de desempenho são importantes para fornecer informações sobre o condicionamento físico do indivíduo e avaliar o programa de treinamento realizado (Allen et al., 2016). Como as respostas ao treinamento são individualizadas e cada atleta se adapta de forma diferente aos estímulos do condicionamento físico, os testes de aptidão podem ser usados como ferramenta objetiva para validação ou aprimoramento individual dos protocolos de treinamento. Os testes também podem detectar respostas negativas, como o sobretreinamento e sinais clínicos não evidentes no repouso (Allen et al., 2016).

De acordo com Franklin e Allen (2013), alguns princípios devem ser respeitados para que os resultados dos testes sejam significativos. Dentre eles, deve ser enfatizada a importância de se manter a consistência nos seguintes aspectos: rotina de aquecimento que antecede o teste;

taxas de aceleração durante o exercício; distância ou tempo de duração do teste; velocidade de realização; momentos das coletas sanguíneas; atividades pós exercício, condições ambientais; cavaleiro que executa o protocolo.

Os testes de exercício realizados em laboratórios com esteiras próprias para cavalos são amplamente usados para pesquisas e formam, atualmente, a base de todo conhecimento em fisiologia do exercício equino (Franklin e Allen, 2013). As motivações clínicas para o uso de esteiras se baseiam na possibilidade de identificação dos efeitos do exercício nas anormalidades encontradas em estado de repouso. Além disso, é possível verificar problemas relacionados à queda do desempenho atlético que só podem ser reconhecidos durante a execução da atividade física, como por exemplo doenças dos sistemas cardiovascular e respiratório (Lane et al., 2006).

A preparação do cavalo e adaptação ao ambiente e à esteira são necessárias para melhorar a coordenação durante o exercício em esteira e, portanto, para evitar o risco da ocorrência de lesões ou outros acidentes. O período de adaptação também reduz a ansiedade e excitação, estresses que poderiam interferir nos resultados dos parâmetros fisiológicos mensurados (Franklin e Allen, 2013). São fatores que podem contribuir para o sucesso do teste em esteira: a simulação mais semelhante possível do protocolo que se deseja avaliar, a confiabilidade e a capacidade de detecção das menores mudanças no desempenho atlético (Currell et al., 2008). A falta do cavaleiro e a diferença de superfície da esteira podem reduzir a validade dos testes em esteira, em relação aos testes a campo. Vários estudos demonstraram diferenças significativas na locomoção e nas respostas fisiológicas entre os exercícios em esteira e no solo (Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan e Clayton, 1999). Alterações na velocidade da esteira podem levar a variações na duração da passada e na postura, o que também reflete na redução do custo energético de transporte na esteira (Barrey et al., 1993). Assim, valores encontrados de FC e Lac foram, frequentemente, inferiores nos testes laboratoriais realizados em esteira. (Barrey et al., 1993; Courouce et al., 1999). Uma das principais vantagens da utilização de esteiras para avaliação do desempenho em equinos está na padronização de alguns fatores, como a velocidade da esteira e as condições ambientais. Isso pode ser benéfico, já que os testes de esforço precisam ser capazes de detectar mínimas diferenças e alterações no desempenho. No entanto, a excitação e estresse dos animais devido ao ambiente laboratorial e aos equipamentos podem estimular a liberação de catecolaminas, o que resulta em aumentos artificiais de parâmetros importantes, como a FC e o Lac em exercícios submáximos. (Franklin e Allen, 2013).

A realização de testes de exercício a campo apresenta como principal benefício a submissão do equino às condições ambientais que mais se assemelham às exigidas nas competições. As velocidades, superfícies e andamentos dos testes podem estar alinhados aos da prova. Além disso, nessas situações de campo, a influência do peso e das intervenções do cavaleiro são fatores incluídos nas respostas obtidas (Allen et al., 2016). Esses mesmos autores (Allen et al., 2016) relataram que de forma geral, é importante que os testes, tanto na esteira quanto a campo, tenham a velocidade controlada e mantida de forma constante o maior tempo possível, durante cada etapa do teste. Além disso, cada etapa precisa durar tempo suficiente para fornecer resposta do lactato sanguíneo e valores estáveis de FC.

Para avaliações a campo, alguns médicos veterinários têm utilizado as próprias sessões de treino, o que torna mais difícil as análises de velocidades superiores. No entanto, para garantir resultados mais confiáveis, muitas vezes é necessário replicar as condições exigidas na competição. Para isso, deve-se adotar protocolos que exercitem o cavalo em velocidades mais altas, ou por maiores distâncias do que aquelas comumente realizadas durante a rotina de treinamento. O teste escolhido depende das instalações e recursos disponíveis no local (Allen et al., 2016). Os resultados obtidos nos testes de avaliação do desempenho em equinos precisam ser avaliados levando em consideração as condições ambientais e o comportamento do cavalo, já que a excitação, estresse e comportamento do cavaleiro podem alterar os valores de FC e lactato (Evans, 2000).

Em cavalos de corrida da raça Puro Sangue Inglês, Kobayashi et al. (1999) determinaram o seguinte protocolo de teste a campo, com velocidades progressivas: 1000 m percorridos na velocidade de trote, de 250 m/min, seguido de galope por 600 a 800 m em cada velocidade: 400, 460, 550 e 660 m/min. Para avaliar cavalos de enduro, os protocolos a campo podem ser realizados com 4 etapas iniciais de 1000m nas velocidades de 6,7; 8,3; 10 e 11,7 m/s, seguidas de 1250 m percorridos a 20 km/h com aumentos progressivos de 5 km/h para percorrer as distâncias: 1670, 2080 e 2500 m. (Muñoz et al., 2002; Munsters et al., 2013). Os testes para equinos que praticam esportes de salto e adestramento foram determinados por Van Erck (2014), no qual os animais foram submetidos a etapas de 2 min iniciais de exercício de trote, 2 minutos de galope reunido e 2 minutos finais de galope alongado. No Brasil, o desempenho dos equinos da raça MM já foi avaliado por diferentes protocolos de testes de exercício. No estudo de Terra (2012), protocolo de teste progressivo foi realizado a campo e em esteira, para comparação dos resultados entre os testes. Dentre os parâmetros mensurados, 70 % tiveram valores semelhantes entre campo e esteira. Na tentativa de reproduzir as condições da

competição, muitos estudos utilizam provas de marcha simuladas com duração fixa para avaliar as respostas fisiológicas ao exercício nesses animais (Jordão et al., 2011; Prates et al., 2009; Wanderley et al., 2010; Lage et al. 2017). Durante os testes de marcha, os equinos MM são submetidos a exercício de marcha contínua, com velocidade controlada, distância ou duração fixas. Durante estes testes, é possível avaliar e comparar os parâmetros avaliados, em condições experimentais semelhantes àquelas exigidas nas principais competições da raça. Lage et al. (2017) realizaram teste de esforço máximo a campo em equinos da raça MM para determinar a $FC_{MÁX}$ e compará-la com valores de FC obtidos durante provas oficiais. Assim, esses autores utilizaram os resultados para determinar a intensidade relativa das provas, em porcentagem da $FC_{MÁX}$. O protocolo utilizado por Abrantes et al. (2015) demonstrou ser eficiente para avaliação do desempenho dos equinos MM, pois mensurou as concentrações sanguíneas de lactato e FC durante várias etapas de 10 min. em uma simulação de competição de marcha. Nesse protocolo, os equinos foram submetidos a exercício de marcha contínua portando monitor cardíaco e, a cada 10 minutos, amostras sanguíneas foram rapidamente coletadas para análise imediata da concentração de lactato. O exercício foi mantido até que os valores do lactato ultrapassassem 4 mmol/L e a FC estivesse acima de 150 bpm. Assim, o tempo em que os animais se mantinham abaixo do limite considerado (próximo ao limiar anaeróbio) foi usado para avaliar os efeitos do protocolo de condicionamento físico utilizado nessa pesquisa.

2.4 Testes de desempenho: parâmetros avaliados

2.4.1 Frequência cardíaca

De acordo com Allen et al. (2015), a superioridade atlética da espécie equina está relacionada à sua alta capacidade cardiovascular. Segundo Poole e Erickson (2011), os cavalos possuem elevada capacidade aeróbia máxima ($VO_{2máx}$), que é determinada, principalmente, pelo débito cardíaco (DC). Por sua vez, o DC depende da frequência cardíaca (FC) e do volume sistólico. Assim, a FC está relacionada com o consumo de oxigênio (VO_2), e ambos apresentam relação linear com a velocidade do exercício (Evans, 2000; Evans, 2008). A FC é facilmente aferida durante o exercício em equinos e pode ser avaliada por meio da utilização de monitores cardíacos para obter informações sobre o desempenho e a intensidade do exercício teste (Allen et al., 2015).

Durante um teste de esforço incremental, a FC aumenta linearmente com o aumento da velocidade de locomoção, e esta relação linear ocorre também com o consumo de oxigênio (Evans, 2000; Evans, 2008). A FC aumenta em resposta ao aumento da velocidade até atingir

a $FC_{MÁX}$, considerado o valor máximo alcançado durante um teste de esforço incremental, que não se altera apesar do contínuo aumento da velocidade do exercício (Allen et al., 2015). Dessa forma, de acordo com Eaton et al. (1995), é possível estimar indiretamente a capacidade aeróbia de equinos por meio do monitoramento da FC durante o esforço físico, devido a essa relação com o VO_2 . Esses dados obtidos podem ser utilizados para a prescrição da dose correta de exercícios a serem realizados durante o treinamento, com estímulos adequados e consequente obtenção das respostas adaptativas dos outros sistemas corporais (Lage et al., 2017). Em exercícios submáximos, as velocidades mensuradas em determinados valores de FC podem ser úteis na avaliação da aptidão dos equinos que trabalham nessas intensidades, como a V150 ou V200 (velocidades em que a FC corresponde a 150 e 200 bpm, respectivamente). Assim, os indivíduos com maior capacidade atlética atingirão as FC desejadas em velocidades maiores (Allen et al., 2015). Por isso, medidas repetidas das velocidades a determinada FC em um mesmo cavalo podem ser usadas para demonstrar aumento da aptidão cardiovascular durante o programa de treinamento (Vermeulen e Evans 2006). De acordo com Allen et al. (2015), a definição da FC_{pico} é diferente da $FC_{MÁX}$. A $FC_{MÁX}$ é definida pelo maior valor de FC alcançado, mesmo quando há aumento do esforço, ou seja, quando no aumento progressivo de velocidade/intensidade, ocorre um platô dos valores FC. Já a FC_{pico} consiste no maior valor obtido em um teste de esforço, quando não se atinge ou não se sabe que a $FC_{MÁX}$ foi atingida. Após o exercício, ocorre redução bioexponencial da FC até alcançar os valores de repouso.

2.4.2 Lactato

As respostas de lactato podem ser avaliadas por meio da coleta de amostras sanguíneas após o período de exercício. O lactato é o produto do metabolismo glicolítico anaeróbio, e suas concentrações refletem a capacidade aeróbia e anaeróbia dos equinos (Lindner, 2000). No início do exercício, ocorre aumento da disponibilização de glicose por meio da glicogenólise muscular e hepática. No entanto, em exercícios de intensidade moderada, a epinefrina liberada pelo sistema nervoso simpático estimula liberação de ácidos graxos livres dos estoques do fígado e tecido adiposo, que inibem parcialmente a utilização de glicose durante o exercício de intensidade moderada (Geor et al., 2000).

Durante os exercícios aeróbios prolongados, ocorre menor obtenção de energia pela glicogenólise muscular, e aumento da participação da oxidação de ácidos graxos livres. Em níveis submáximos de exercício, a depleção do glicogênio muscular continua ocorrendo, já que

a oxidação de ácidos graxos livres precisa de piruvato para continuar produzindo ATP (Valberg, 1996).

As concentrações de lactato no plasma aumentam de forma exponencial em decorrência do aumento da intensidade do exercício devido ao aumento da contribuição anaeróbia em maiores velocidades (Kronfeld et al. 1995). Quando o metabolismo oxidativo se torna limitado, seja por maior intensidade do exercício, ou menor capacidade aeróbia do equino, maiores quantidades de piruvato (produto final da glicólise) são convertidas em lactato. A deflexão da curva lactato X velocidade obtida durante exercício de velocidade progressiva indica um desequilíbrio entre a produção e a remoção de lactato no músculo, representando o acúmulo do mesmo (Campbell, 2011). A velocidade na qual o acúmulo de lactato no sangue pode ser detectado é denominada limiar de lactato, e em velocidades superiores, o lactato aumenta de forma mais rápida (Allen et al., 2015). Valores máximos de lactato obtidos após o exercício começam a regredir nos primeiros 5 minutos após o fim do esforço físico (Marlin et al., 1991).

A metodologia do teste e da obtenção das amostras são fatores importantes, que podem influenciar nos resultados e devem ser observados ao comparar os resultados das concentrações de lactato, seja entre indivíduos ou em um mesmo indivíduo em ocasiões diferentes (Lehnhard et al. 2010).

As análises de lactato podem ser feitas a partir do plasma ou sangue total. A preferência pelo sangue total se deve pela facilidade de não precisar da centrifugação da amostra, e de se contabilizar também o lactato contido nos glóbulos vermelhos. No entanto, se o tempo para análise for superior à 4 horas, a amostra poderá ser centrifugada e o plasma congelado para ser analisado posteriormente (Evans e Golland, 1996). O método padrão ouro para análise laboratorial da concentração de lactato é o analisador de bancada. No campo, analisadores portáteis são convenientes e fornecem resultado imediato, sem ser necessário o envio das amostras para laboratórios. Alguns aparelhos portáteis já foram validados para utilização em equinos e são indicados para uso (Allen et al., 2015).

As concentrações de lactato nos testes de avaliação do desempenho físico podem ter duas abordagens. Na primeira, é calculada a velocidade em que a concentração de lactato atinge 4 mmol/L (VL4), valor empírico utilizado para definir o limiar anaeróbio do cavalo. Essa análise é utilizada quando se deseja avaliar a capacidade aeróbia do equino, e, portanto, o seu desempenho potencial. Medidas repetidas de VL4 de um mesmo indivíduo durante um programa de treinamento ajudam a monitorar o ganho de aptidão física (Courouze 1999). Para obtenção do VL4, o cavalo deve ser submetido a um teste de esforço incremental padronizado

e amostras repetidas devem ser coletadas, a cada aumento de velocidade. O valor de VL4 é calculado a partir da plotagem gráfica das concentrações de lactato e das velocidades. (Allen et al., 2015). A duração de cada fase de velocidade do teste pode afetar diretamente os resultados (Lindner, 2000). As etapas de 2 a 3 min. são mais comumente utilizadas e, quando o teste for realizado a campo, o equino precisa parar para obtenção da amostra, o que pode não ser possível quando estão em altas velocidades. Como alternativa em equinos que praticam esportes de corrida, a concentração de lactato pode ser mensurada após uma única sessão de treinamento submáximo, para evitar a submissão desses animais a exercícios intensos e predispor a lesões (Davie e Evans, 2000). Em outra abordagem, as concentrações de lactato pós-exercícios também podem ser utilizadas para avaliação da capacidade anaeróbia e maiores concentrações de pico de lactato podem indicar superior capacidade atlética. Esse parâmetro pode ser indicado para avaliar o desempenho de cavalos submetidos a corridas de curta distância (McGowan 2008).

A mensuração do lactato no cavalo atleta é utilizada para avaliar o início do acúmulo de lactato durante o exercício e, portanto, a aptidão aeróbia desses animais (Williamson et al. 1996). De acordo com Hogdson e Rose (1994), a participação dos processos aeróbios e anaeróbios na produção de ATP depende da intensidade do exercício e, portanto, dos tipos de fibra musculares recrutados e da influência do treinamento na modificação do seu padrão metabólico. Segundo Clayton (1991), atletas equinos com boa aptidão física apresentam menor acúmulo de lactato após o exercício por realizar maior quantidade de trabalho de forma aeróbica.

2.4.3 Temperatura retal

O calor corporal é obtido do meio ambiente ou produzido por meio de processos metabólicos. Para manter a temperatura interna dentro de um intervalo considerado neutro, o corpo utiliza de mecanismos neurofisiológicos, que equilibram produção e perda de calor. Esses processos são chamados de termorregulação (Brody, 1946). De acordo com McCutcheon e Geor (1998), durante o exercício físico, ocorre a conversão de energia química (substratos energéticos) em energia mecânica (contração muscular). Porém, 75 a 80% dessa energia química não é capaz de produzir trabalho e é então liberada em forma de calor. Como consequência, um grande desequilíbrio térmico é provocado no organismo (McCutcheon e Geor, 2013).

Na espécie equina, assim como em outros mamíferos, o excesso de calor pode ser extremamente prejudicial e limitar a capacidade de desempenho. Os mecanismos termorregulatórios são controlados pelo Hipotálamo, por meio de neurônios especializados que são ativados por ação de receptores térmicos na pele. O exercício físico provoca aumento acentuado da produção de calor metabólico, o que acarreta em aumento nas temperaturas corpóreas muscular e central. O aumento da temperatura central ativa mecanismos que dissipam o calor para mitigar o aumento da temperatura do corpo. No entanto, a duração e a intensidade do exercício são fatores que determinam a capacidade do equilíbrio entre ganho e perda de calor ser novamente estabelecido (McCutcheon e Geor, 1998). A Temperatura retal (TR) é o parâmetro semiológico utilizado universalmente para avaliação da temperatura central do organismo.

2.4.4 Frequência respiratória

Em equinos, a evaporação do suor pela pele constitui o principal meio de dissipação do calor. No entanto, de acordo com Hodgson et al. (1993), a evaporação da água do trato respiratório também tem importante participação no processo de termorregulação. Assim, a frequência respiratória é utilizada para avaliar a perda de calor por vias respiratórias e, portanto, a demanda termorregulatória associada ao exercício em atletas da espécie equina (Hargreaves et al., 2010).

2.4.5 Enzimas musculares

Aumentos da atividade sérica de enzimas musculares, como a creatina quinase (CK) e a aspartato aminotransferase (AST) são observados em resposta ao exercício físico (Rose et al., 1980). Essas alterações podem estar relacionadas a lesões evidentes da membrana da fibra muscular ou a um aumento transitório da permeabilidade da mesma (Boyd, 1985). (McCutchen et al., 1992). Assim, aumentos fisiológicos nos níveis dessas enzimas podem estar relacionados ao aumento da permeabilidade de membrana e ocorrem sem ser detectado nenhum tipo de lesão tecidual (Cerny e Haralambie, 1983). Porém, de acordo com Valberg (1996), aumentos expressivos nas concentrações de CK e AST são observados em casos de lesões musculares graves. Segundo Harris et al. (1990), para que as atividades das enzimas musculares tenham significado patológico, elas devem ser maiores do que as esperadas pela natureza do exercício e pela aptidão do cavalo. Assim, dosagens das enzimas musculares durante 24 horas após o exercício podem auxiliar na diferenciação entre os animais que apresentam uma resposta

fisiológica normal ao exercício e aqueles com uma resposta anormal ou patológica (Harris et al., 1990). De acordo com Thomassian et al. (2007), em animais menos condicionados são observados valores mais altos de CK e AST pós-exercício em relação a animais com melhor condicionamento físico. No entanto, Harris (2000) ressalta que os aumentos percentuais das atividades de CK e AST não devem ser superiores a 250% e 50% dos valores de repouso, respectivamente, duas horas após um teste de exercício submáximo, independentemente do nível de aptidão física do equino. Elevações enzimáticas de pequena magnitude decorrem, principalmente, do processo de aumento da permeabilidade da membrana da célula muscular, e não da sua ruptura (Thomassian et al., 2007).

Thomassian et al. (2007) avaliaram as concentrações séricas de enzimas musculares em equinos submetidos a Teste Padrão de Exercício Progressivo em esteira de alta velocidade. Os autores observaram aumento significativo de AST logo após o teste, associado a processo fisiológico de transferência de fluido do espaço intravascular para o espaço extravascular, que ocorre durante o exercício máximo e, conseqüentemente, resultando em maior concentração dessa enzima. O pico de AST ocorreu de 12 a 24h após o exercício, e de CK, de 3 a 6 h. Segundo Harris et al. (1990), a CK possui tempo de meia-vida de, aproximadamente 2 h e, portanto, é rapidamente removida da circulação. Enquanto a AST é encontrada em muitos tecidos corpóreos e tem remoção mais lenta (meia vida aproximada de 7 a 8 dias).

2.4.6 Variáveis hematológicas

Os glóbulos vermelhos, contendo hemoglobina (Hb) desempenham importante papel no transporte do oxigênio até os músculos durante o exercício (Weibel et al., 1999). As adaptações hematológicas são necessárias para garantir o fornecimento adequado de oxigênio e substratos e remoção de metabólitos dos músculos em atividade durante o exercício (Piccione et al. 2007).

De acordo com Hodgson e Rose (1994), o número de hemácias é influenciado, diretamente, pela liberação de catecolaminas no início do exercício, o que pode levar à mobilização esplênica dependendo da intensidade do esforço e ao aumento dos eritrócitos circulantes. MCGowan (2008) ressaltou que, devido à influência da reserva esplênica no volume sanguíneo durante o exercício, valores de hematócrito podem ser confiáveis para indicar o volume de glóbulos vermelhos em cavalos. No entanto, variações no volume plasmático decorrentes do esforço físico podem aumentar significativamente as concentrações de hemácias e proteínas totais em cavalos.

Piccione et al. (2009) relataram mudanças de muitos constituintes do sangue em resposta aos treinos e competições com diferentes cargas de trabalho. Foi observado aumento dos valores dos parâmetros relacionados aos glóbulos vermelhos, hemoglobina, hematócrito após o exercício, com redução acentuada após 60 minutos. A redistribuição do volume plasmático que ocorre durante o exercício foi associada ao aumento das concentrações de proteínas totais (Hargreaves et al., 2010). A sudorese excessiva durante o exercício também modifica os fluidos corpóreos e, por isso, o aumento da concentração de proteína total é importante para determinar o estado de hidratação em equinos (Mc Gowan, 2008). Di Filippo et al (2016) relacionaram o aumento do hematócrito, hemácias e proteínas totais à desidratação em equinos da raça MM, após exercício de marcha de 45 minutos de duração.

2.5 Avaliação cinemática de equinos exercitados na água

A crescente utilização de exercícios aquáticos em equinos atletas motivou a condução de pesquisas visando conhecer o padrão de movimentação dos animais durante a locomoção na água. De acordo com Miyoshi et al. (2004), a flutuabilidade da água atua contra o corpo para reduzir a carga vertical nas articulações e, além disso, a força exercida para vencer a resistência durante a locomoção na água é maior do que quando se move no ar. Nankervis et al. (2015) verificaram que a altura da água influenciou grupos musculares recrutados e refletiu em mudança postural dos animais durante a caminhada. Esses autores concluíram também que os movimentos subaquáticos são realizados com maior amplitude, podendo haver maior flexão ou extensão das articulações, dependendo do nível da água.

Ao avaliar a atividade eletromiográfica de músculos torácicos e pélvicos em equinos submetidos à natação em piscina ou ao passo e trote em esteira aquática, Tokuri et al. (1999) observaram maior atividade de músculos antigravitacionais nos animais durante a atividade de natação. Os autores observaram também, flexão total das articulações carpais e digitais o que foi justificado pela necessidade de obtenção da força impulsiva na água durante a natação. Além disso, quando submersos, os cavalos praticamente paravam os movimentos dos membros torácicos, em comparação com os movimentos rítmicos dos membros pélvicos. Com relação à atividade na esteira, os autores observaram maior atividade muscular durante a caminhada, em relação ao exercício de trote. Esse fato foi relacionado ao movimento vertical que ocorre durante o trote, o que, provavelmente, foi influenciado pela flutuabilidade na água o que provocou redução no peso corporal. Assim, em relação ao trote na esteira aquática, os exercícios

de caminhada oferecem maior intensidade de trabalho para os músculos dos membros torácicos do que para aqueles dos membros pélvicos.

Scott et al. (2010) avaliaram o efeito da altura da água na frequência de passada, comprimento de passada e na FC de equinos caminhando em esteira aquática. De acordo com estes autores a flutuabilidade fornecida pela água ajuda o membro a levantar de forma mais fácil no movimento vertical. Porém, no plano sagital, a presença da água oferece resistência à movimentação, o que estimula os equinos ao aumento do arco de voo para tentar minimizar essa resistência. Por isso, os equinos avaliados neste estudo caminharam na água com menor frequência e maior comprimento da passada nos níveis mais altos de água, em relação à água na altura do casco. No entanto, não foram observadas mudanças nos valores de FC analisados nos exercícios em diferentes alturas. Assim, a modificação ocorrida no padrão da passada não provocou aumento da carga de trabalho realizada. Os autores sugeriram que as alterações do andamento em maiores alturas de água na caminhada na esteira sejam para permitir que o cavalo suporte o aumento da resistência da água sem aumentar a exigência metabólica da locomoção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Ética no uso de animais

Os procedimentos experimentais realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA – UFMG) de acordo com o protocolo: 2/2021.

3.2 Local, Animais e Dieta

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Pau D'alto, na cidade de Santa Maria de Itabira, MG. Foram utilizadas 15 éguas da raça MM, híginas, com idade entre 3 e 9 anos e peso médio de 365 ± 60 kg. Antes do experimento, os animais selecionados não realizavam nenhum tipo de treinamento ou exercícios regulares recentes. Inicialmente, esses animais foram submetidos a avaliação clínica e estavam em perfeitas condições de saúde, sem apresentar claudicação, lesões ou sinais de doença clínica. Todas as éguas foram mantidas soltas em piquetes de grama, com água e sal mineral disponíveis à vontade durante todo o período experimental.

A dieta dos animais foi composta por ração concentrada e capim elefante cv Napier cortado e picado diariamente. O alimento concentrado foi oferecido em cochos individuais, em quantidade definida a cada 15 dias, após pesagem e avaliação do ECC (Escore da Condição

Corporal), segundo escala de 0 a 5, proposta por Carroll & Hunnington (1988). Inicialmente, as éguas se encontravam entre os escores 2 e 4. Dessa forma, visando prevenir transtornos gastrointestinais e para manter os animais com o ECC padronizado e desejável para a realização de atividade física, a quantidade de concentrado a ser fornecida diariamente foi calculada obedecendo ao seguinte critério: aqueles indivíduos que apresentavam ECC abaixo, igual ou superior a 3 (ECC desejável) receberam, respectivamente, 1,5, 1,0 e 0,5% do peso vivo em matéria seca do concentrado. Essa quantidade foi dividida em duas ou três porções diárias, de modo que a quantidade de matéria seca ingerida não ultrapassou 0,5% do peso vivo por fornecimento. O capim picado foi fornecido pela manhã e à tarde, ficando sempre à vontade no cocho, sendo que antes de cada fornecimento as sobras foram retiradas do cocho e descartadas.

3.3. Tratamentos experimentais

As 15 éguas selecionadas foram divididas, aleatoriamente, em dois grupos: O Grupo T, de éguas treinadas, formado com 9 éguas, as quais foram submetidas ao protocolo de treinamento em piscina e foram mantidas soltas em piquetes. E o grupo NT, de éguas não treinadas, formado com 6 éguas, que foram mantidas soltas em piquete, sem realização de nenhum tipo de treinamento ou exercício regular.

3.4 Etapa pré experimental

Antes do início do experimento, todas as éguas foram submetidas a exame clínico geral e receberam medicação anti-helmíntica. Também foi realizado o casqueamento de todas elas visando a padronização dos dois grupos experimentais.

A adaptação e ambientação na piscina ocorreu com as éguas do grupo T, na semana que antecedeu o início da etapa experimental. Elas foram conduzidas calmamente, puxadas no cabresto até a piscina, em sessões rápidas de apenas uma volta, por três dias alternados.

3.5 Etapa experimental

O experimento aconteceu em três fases: a primeira, antes do condicionamento, com duração de 6 dias; a segunda, fase de condicionamento, com duração de 42 dias, e a terceira fase, após o condicionamento, que durou 6 dias. Durante as fases 1 e 3, antes e após o condicionamento, foram realizadas as análises cinemáticas e os testes físicos para avaliação do desempenho: testes de marcha (M1 e M2) e testes de piscina (P1 e P2). As três fases da etapa experimental ocorreram da seguinte forma:

- Fase 1 – Pré-condicionamento, com duração de 6 dias. Realização das análises cinemáticas, teste de marcha M1 e teste de piscina P1.
- Fase 2 – realização do protocolo de treinamento, durante 42 dias.
- Fase 3 – Pós condicionamento, com duração de 6 dias. Realização das análises cinemáticas, teste de marcha M2 e teste de piscina P2.

Para viabilizar o tempo dos testes e do treinamento, os nove animais do grupo treinado (T) foram divididos em 2 grupos: T₁ (5 éguas) e T₂ (4 éguas). Assim, o cronograma dos testes, realizados nas fases 1 e 3, do experimento, funcionou conforme descrito a seguir:

- Dia 01/Segunda-feira: Avaliação cinemática de todos os 16 animais.
- Dia 02/Terça-feira: Teste de marcha, grupo T₁ (5 animais)
- Dia 03/Quarta-feira: Teste de marcha, grupo T₂ (4 animais) + grupo NT (1 animal)
- Dia 04/Quinta-feira: Teste de marcha, Grupo NT (5 animais)
- Dia 05/Sexta-feira: Teste de piscina, grupo T₁ (5 animais)
- Dia 06/Sábado: Teste de piscina, grupo T₂ (4 animais)

Dessa forma, as 5 éguas do grupo T₁ descansaram no sábado e iniciaram o treinamento no domingo. Essas éguas treinaram, pelas 6 semanas seguintes, aos domingos, terças e quintas-feiras e descansaram às sextas e sábados. Já as 4 éguas restantes, do grupo T₂, descansaram no primeiro domingo e iniciaram o treinamento na segunda-feira seguinte, trabalhando então às segundas, quartas e sextas-feiras e descansando aos sábados e domingos. Após a última semana de treinamento, o cronograma da semana de teste foi repetido para realização dos testes M2 e P2, seguindo os mesmos dias e animais dos testes iniciais.

Os seis animais do grupo não treinado (NT) foram submetidos aos testes de marcha M1 e M2 e mantidos soltos em piquete durante toda a etapa experimental. Destes 6, somente 4 realizaram as análises cinemáticas antes e após o período do experimento. Portanto, somente as 9 éguas do grupo que foi submetido ao protocolo de treinamento realizaram os testes de piscina antes (P1) e após 42 dias de treinamento (P2), além dos testes de marcha M1 e M2 e as análises cinemáticas. O grupo não treinado (NT) não foi submetido aos testes de piscina.

O quadro a seguir descreve os grupos e os testes aos quais foram submetidos:

QUADRO 1. Descrição dos grupos experimentais e das atividades e testes em que foram submetidos, com os respectivos números de animais que participaram de cada teste.

Grupo	Atividade	Participação nos Testes de piscina (P1 e P2)	Participação nas Análises cinemáticas
NT (n=6)	Éguas não treinadas, mantidas soltas em piquete	-	N=4
T (n=9)	Submetidas ao treinamento em piscina 3 vezes por semana	N=9	N=9

3.6 Testes de Marcha

Testes de marcha foram realizados antes e após o período de treinamento para avaliação do desempenho dos animais obtido através da análise dos parâmetros fisiológicos relacionados ao exercício de marcha. Durante os testes, os animais foram conduzidos em velocidade de marcha definida pelo Regulamento Geral para Eventos (ABCCMM, 2009), para que as respostas fisiológicas fossem similares àquelas apresentadas pelos animais durante a competição oficial. Assim, todas as éguas, dos grupos NT e T, foram submetidas a dois testes de marcha, realizados a campo antes (M1) e após (M2) o período de 42 dias de treinamento.

O protocolo do teste foi adaptado de Lage et al. (2017), no qual os animais foram conduzidos equitados, em pista circular plana, em velocidade de marcha constante, definida pelo cavaleiro, durante 30 min., sendo 15 min no sentido horário e 15 min no sentido anti-horário. Os animais realizaram todo o teste portando monitor Polar H10 com GPS para registro dos valores de velocidade e distância percorrida. Antes de iniciar o teste, os animais foram submetidos exercício de aquecimento, ao passo, durante 10 minutos, conforme recomendação de Farinelli et al (2021). Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, variáveis hematológicas, lactato, glicose e enzimas musculares (CK e AST) foram registradas antes e após a realização dos testes. A comparação das respostas fisiológicas obtidas foi usada para avaliação da intensidade do exercício realizado e dos efeitos do treinamento sobre a aptidão física dos animais.

3.7 Testes padronizados em piscina

As éguas do grupo treinado (T) foram submetidas a dois testes padronizados, realizados na piscina: um antes (P1) e outro após 42 dias de treinamento (P2). Durante os testes, os animais foram conduzidos por 15 min. a exercício de caminhada na piscina, com a altura da água regulada para atingir a articulação fêmuro-tíbio-patelar. As éguas realizaram todo o exercício

portando monitor Polar H10 acoplado a GPS para registro dos valores de velocidade e distância total percorrida. A piscina utilizada tinha 30 metros de comprimento, 2 metros de profundidade, 2 metros de largura, com a altura da água regulável. Havia rampa antiderrapante para acesso e piso emborrachado, com as duas extremidades amplas para que o animal pudesse virar e inverter o sentido da caminhada.

Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, variáveis hematológicas, lactato, glicose e enzimas musculares (CK e AST) foram coletadas antes e após a realização dos testes. A comparação das respostas fisiológicas obtidas foi usada para avaliação da intensidade do exercício realizado e dos efeitos do treinamento sobre a aptidão física dos animais.



Figura 1. Estrutura da piscina onde foram realizados os testes P1 e P2, e o treinamento das éguas.

3.8 Treinamento

O protocolo de treinamento consistiu na realização de exercícios regulares três vezes por semana, em dias alternados, na piscina ao passo, com água na altura da articulação fêmuro-tibio-patelar, ou altura do peito. De acordo com Silva et al. (2021)^a, a utilização da água altura

do peito foi o nível mais mencionado pelos criadores e treinadores da raça MM que realizam treinamento em piscina (45,5% das respostas). Seguindo modelo descrito por Firshman et al. (2015), ocorreu aumento de 5 min. na duração total da caminhada em água a cada 2 semanas. Assim, nas duas primeiras semanas a duração total do trabalho na piscina foi de 15 min, nas semanas 3 e 4, 20 min, e nas duas últimas semanas, 25 min de exercício. Nos dias sem treinos, todos os animais foram mantidos soltos no piquete com água, volumoso e sal mineral disponíveis à vontade.

Para viabilizar o tempo do treinamento e respeitar o período de descanso, as 9 éguas do grupo T foram divididas em 2 grupos: o primeiro grupo, composto por cinco éguas, foi submetido ao treinamento aos domingos, terças e quintas-feiras. O segundo grupo, das quatro éguas restantes, trabalhou às segundas, quartas e sextas-feiras. Todos os animais descansaram aos sábados. Assim, as nove éguas trabalharam, semanalmente, por três dias alternados e descansaram 4 dias da semana.

3.9 Parâmetros avaliados

Para avaliar a evolução do condicionamento físico, foram realizadas análises de parâmetros fisiológicos e bioquímicos, obtidos nos testes padronizados de marcha (M1 e M2) e de piscina (P1 e P2) realizados antes e após do período de treinamento.

3.9.1 Variáveis fisiológicas

As variáveis fisiológicas avaliadas durante os testes físicos de marcha (M1 e M2) e de piscina (P1 e P2), foram: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR).

A frequência cardíaca (FC) foi aferida utilizando o estetoscópio veterinário Littmann Master Classic nos momentos: basal, fim do exercício e aos 10,20 e 30 min de recuperação após os testes padronizados de marcha M1 e M2. Nos testes P1 e P2, os momentos de avaliação da FC foram: basal, fim do exercício, 10 e 30 min. de recuperação. A frequência respiratória (FR) foi aferida pela observação dos movimentos de inspiração e expiração avaliados pela observação desses movimentos na região do flanco. Avaliou-se a FR nos testes de marcha (M1 e M2) e de piscina (P1 e P2), nos momentos: basal, fim do exercício e aos 10 e 30 min de recuperação. A temperatura retal (TR) aferida por meio do termômetro Bioland T104 nos momentos: basal, fim do exercício e aos 10 e 30 min de recuperação. As análises das variáveis fisiológicas basais foram realizadas pela manhã, antes do fornecimento da ração.

3.9.2 Variáveis sanguíneas

Amostras sanguíneas foram coletadas em 3 tubos plásticos, sendo: com EDTA (para hemograma), com EDTA e fluoreto de sódio (glicose e lactato) e sem anticoagulante (demais análises). As amostras dos tubos sem anticoagulante e com fluoreto de sódio foram mantidas resfriadas em um isopor com gelo, centrifugadas no mesmo dia a 3.000 rpm por 20 minutos. Os sobrenadantes foram divididos em três alíquotas em tubos criogênicos e em seguida congelados até o seu processamento.

A coleta de amostras sanguíneas dos animais no período basal foi feita pela manhã, antes do fornecimento da ração concentrada.

As variáveis sanguíneas avaliadas foram: variáveis hematológicas (hematócrito, concentração de hemoglobina, contagem total de hemácias e proteínas totais), lactato, glicose, e as enzimas musculares creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST).

3.9.2.1 Variáveis hematológicas

Amostras sanguíneas para realização de hemograma foram coletadas nos momentos basal e ao fim do exercício nos testes padronizados de marcha (M1 e M2) e de piscina (P1 e P2). O hemograma foi realizado no laboratório ANILAB, utilizando-se o aparelho automático hematológico (BC 2800 Vet - Mindray®). Foram determinados: hematócrito (%), concentração de hemoglobina (g/dL), contagem total de hemácias ($\times 10^6/\text{mm}^3$).

As proteínas totais foram quantificadas em analisador semiautomático (LABQUEST BIO 2000®, São Paulo - Brasil), utilizando-se kits comerciais.

3.9.2.2 Lactato e Glicose

Para as análises das concentrações plasmáticas de lactato (Lac) e glicose, foram coletadas amostras sanguíneas nos seguintes momentos: basal, fim do exercício, e aos 5, 10 e 30 min após o fim do exercício durante os testes padronizados de marcha (M1 e M2) e piscina (P1 e P2). As análises de lactato e glicose foram realizadas em lactímetro de bancada (YSI 2300-Lactate Analyzer, YSI Incorporated, Yellow Springs, OH, USA) no Laboratório de Farmacologia e Fisiologia do Exercício Equino (LAFEq), na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal/SP

3.9.2.3 Enzimas musculares – CK e AST

As quantificações de CK e AST foram realizadas por meio de processo cinético em analisador semiautomático (LABQUEST BIO 2000®, São Paulo - Brasil), utilizando-se kits comerciais para determinação da atividade enzimática das enzimas CK (CK-NAC Liquiform - Labtest) e AST (AST/GOT Liquiform - Labtest).

3.10 Análises cinemáticas

Com fita adesiva dupla-face foram afixados marcadores coloridos circulares de 1,6 centímetros de diâmetro em 20 pontos anatômicos de cada lado do equino, conforme descrição adaptada de Godoy et al. (2014), e Stark e Clayton (2015), totalizando 40 marcadores.



Figura 2: Descrição anatômica dos pontos de fixação dos marcadores adesivos: M1) Extremidade rostral da crista facial; M2) Articulação têmporo-mandibular, marcada na cabeçada do animal; M3) Porção cranial da face lateral da asa do Atlas; M4) Terço médio do pescoço; M5) Porção dorsal superior da espinha da escápula ; M6) cepilho da sela; M7) Área central da articulação escapuloumeral; M8) Tuberosidade radial logo abaixo da cavidade glenóide; M9) Terço médio da articulação cárpica; M10) Terço médio da articulação metacarpofalângica; M11) Articulação interfalângica proximal; M12) Face lateral da coroa do casco torácico; M13) Face cranial lateral da tuberosidade ilíaca, tubérculo coxal; M14) Trocânter maior do fêmur; M15) Face caudal lateral da tuberosidade isquiática; M16) Epicôndilo lateral do fêmur; M17) Terço médio na articulação társica; M18) Terço médio da articulação metatarsofalângica; M19) Articulação interfalângica proximal; M20) Face lateral da coroa do casco pélvico.

Após fixação dos marcadores, todos os animais foram equitados pelo mesmo cavaleiro, que realizou passagens experimentais frente a câmara, ao passo e em marcha para ambientação até que estivessem prontos para as filmagens. Os animais foram filmados na marcha média por ambos os lados (direito e esquerdo). A câmera (I Pad Pro 2020, 11 polegadas, 2ª geração) foi posicionada a 3 metros perpendicularmente ao plano de filmagem. Para calibração do software, foi posicionado um marcador de 1 metro de comprimento no chão, próximo ao local de passagem dos animais.

Procedeu-se à filmagem bidimensional com frequência de 240 quadros por segundo e utilizou-se o software Tracker 6.0 para digitalização e análise das imagens. As variáveis cinemáticas mensuradas, no membro torácico, foram: **comprimento da passada, tempo da passada, velocidade, frequência de passadas, deslocamento vertical do casco torácico, deslocamento vertical do ombro, deslocamento vertical da nuca, deslocamento vertical da face, ângulos mínimo e máximo de boleto torácico, ângulos mínimo e máximo de quartela torácica e ângulos mínimo e máximo da nuca.** As variáveis cinemáticas mensuradas, no membro pélvico, foram: **comprimento da passada, tempo da passada, deslocamento vertical do casco pélvico, deslocamento vertical da garupa, ângulos mínimo e máximo de quartela pélvica, ângulos mínimo e máximo do boleto pélvico e ângulos mínimo e máximo do jarrete.**

Cálculo do comprimento da passada: O comprimento da passada foi calculado por meio do programa Tracker 6.0, tendo como referência o deslocamento do membro (torácico ou pélvico) em dois apoios sucessivos em uma passada completa, utilizando o metro (m) como unidade de medida. Os dados avaliados foram compostos pela média obtida entre comprimento dos membros torácico e pélvico do mesmo animal numa mesma passada.

Cálculo da duração da passada: tempo decorrido entre dois apoios sucessivos de um mesmo membro (torácico), em segundos. Os dados avaliados foram compostos pela média obtida entre a duração dos membros torácico e pélvico do mesmo animal numa mesma passada.

Mensuração da velocidade: A velocidade foi calculada por meio da razão obtida entre o comprimento (metros) e o tempo da passada (segundos) e multiplicado por 3,6 para obtenção da velocidade em quilômetros por hora.

Cálculo da frequência das passadas: O número de passadas por unidade de tempo (segundos) foi obtido por meio da razão entre 1 e a duração da passada.

Deslocamento vertical do casco: obtido por meio da coordenada Y, nos marcadores M12 (membro torácico) e M20 (membro pélvico), subtraindo-se o menor valor obtido para essa coordenada no marcador, do maior valor obtido para o mesmo marcador.

Deslocamento vertical do ombro: obtido por meio da coordenada Y, no marcador M7, subtraindo-se o menor valor obtido para essa coordenada no marcador, do maior valor obtido para o mesmo marcador.

Deslocamento vertical da nuca: obtido por meio da coordenada Y, no marcador M3, subtraindo-se o menor valor obtido para essa coordenada no marcador, do maior valor obtido para o mesmo marcador.

Deslocamento vertical da face: obtido por meio da coordenada Y, no marcador M1, subtraindo-se o menor valor obtido para essa coordenada no marcador, do maior valor obtido para o mesmo marcador. **Deslocamento vertical da garupa:** obtido por meio da coordenada Y, no marcador M13, subtraindo-se o menor valor obtido para essa coordenada no marcador, do maior valor obtido para o mesmo marcador.

Ângulo mínimo de boleto: o menor ângulo formado entre os marcadores M9, M10 e M11 (membro torácico), e entre os marcadores M17, M18 e M19 (membro pélvico).

Ângulo máximo de boleto: o maior ângulo formado entre os marcadores M9, M10 e M11 (membro torácico), e entre os marcadores M17, M18 e M19 (membro pélvico).

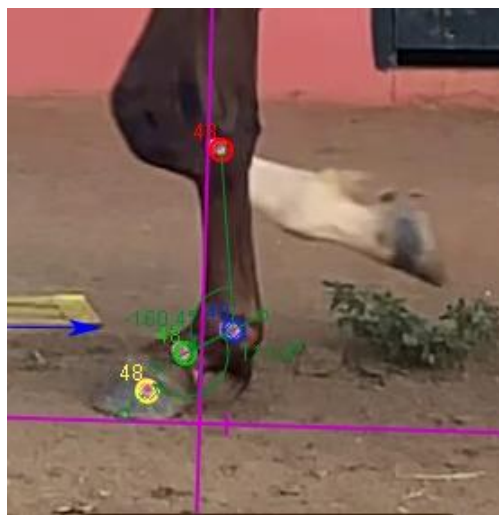


Figura 3 – Ângulo mínimo de boleto

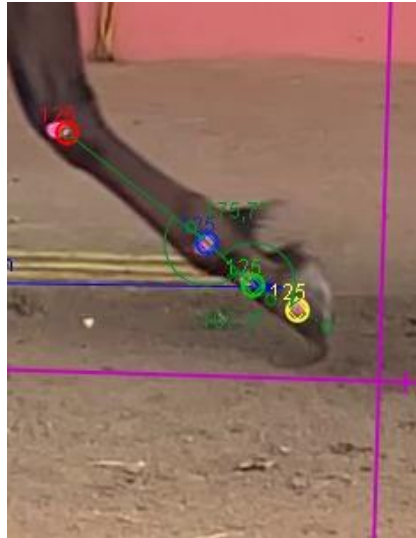


Figura 4 – Ângulo máximo de boleteo

Ângulo mínimo de quartela: o menor ângulo formado entre os marcadores M10, M11 e M12 (membro torácico), e entre os marcadores M18, M19 e M20 (membro pélvico).

Ângulo máximo de quartela: o maior ângulo formado entre os marcadores M10, M11 e M12 (membro torácico), e entre os marcadores M18, M19 e M20 (membro pélvico).

Ângulo mínimo da nuca: o menor ângulo formado entre os marcadores M1, M3 e M4, no momento de flexão máxima.

Ângulo máximo da nuca: o maior ângulo formado entre os marcadores M1, M3 e M4, no momento de extensão máxima.

Ângulo mínimo de jarrete: o menor ângulo formado entre os marcadores M16, M17 e M18.

Ângulo máximo de jarrete: o maior ângulo formado entre os marcadores M16, M17 e M18.

4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e igualdade de variâncias. Posteriormente, os dados obtidos nos testes de marcha foram submetidos à análise de variância de três fatores (tratamento x testes de marcha x momentos de avaliação) para amostras repetidas (animais) seguidos de teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Já os dados dos testes de piscina foram submetidos à análise de variância de dois fatores (testes na piscina x momentos de avaliação) para amostras repetidas (animais) e as médias comparadas por teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os dados de CK e AST não apresentaram distribuição normal e foram submetidos à Análise de Friedman para amostras repetidas, seguidos de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.1 Análises cinemáticas

Para avaliação das variáveis cinemáticas, foram considerados 9 animais do grupo treinamento em piscina e 4 animais do grupo não treinado. Os dados de cada animal foram compostos pelos valores obtidos de uma passada completa, na marcha, pelo lado direito do animal. Os dados foram então submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e igualdade de variâncias, em seguida à ANOVA de dois fatores (tratamento x teste de avaliação cinemática) para amostras repetidas (animais), e as médias comparadas por teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Testes de marcha

Testes de marcha a campo têm sido utilizados para avaliação de equinos atletas da raça MM com diferentes objetivos (Prates et al. 2009, Jordão et al., 2009, Wanderley et al., 2010, Abrantes et al., 2013; Lage et al, 2017). No presente estudo, todos os animais, submetidos ao treinamento (grupo T) ou não (grupo NT), realizaram dois testes de marcha: um antes (M1) e outro após (M2) o período de condicionamento físico. A finalidade dos testes foi avaliar os efeitos do treinamento aquático sobre os parâmetros físicos e fisiológicos relacionados à aptidão física das éguas, quando submetidas a exercício de marcha, semelhante àquele que é exigido nas competições da raça. Com os resultados obtidos, foi possível comparar os dados, antes e após o protocolo de treinamento proposto, e, assim, observar a ocorrência de ganho de aptidão física como efeito dos exercícios regulares realizados ao passo em piscina, por 6 semanas em éguas da raça MM.

As médias das temperaturas ambientes, coletadas durante os testes M1 e M2, foram, respectivamente: 23,25 e 19,7°C. A umidade relativa do ar em M1 foi de 59% e em M2, 86%.

As médias dos valores de velocidade, velocidade pico (maior valor de velocidade obtido) e distância total percorrida pelas éguas dos grupos NT e T, durante os testes de marcha M1 e M2, estão na Tabela 1. Em ambos os testes, os animais foram equitados em velocidade de marcha (entre 9 e 14km/h), durante 30 minutos contínuos. Não houve diferença entre tratamentos (treinadas ou não treinadas) em nenhuma das variáveis analisadas (Tukey, $p > 0,05$). Dessa forma, tanto no primeiro (M1), quanto no segundo teste (M2), a velocidade, duração e distância percorrida durante o esforço não diferiram entre os grupos avaliados ($p > 0,05$). Porém, comparando os testes M1 e M2, maiores valores de velocidade pico foram observados em M2, tanto no grupo não treinado (NT) quanto no grupo treinado na piscina (T), o que refletiu no

aumento da distância total percorrida (Tukey, $p < 0,05$) de M1 para M2. Durante os testes, essas éguas foram conduzidas livremente pelo cavaleiro, procurando manter a velocidade de marcha, entre 12 e 14km/h. No entanto, a realização do teste a campo apresentou limitações e dificuldades no controle e na padronização de algumas variáveis, como temperatura, umidade relativa do ar e também a velocidade. Apesar da duração do exercício em M2 ter sido a mesma de M1, as maiores distâncias percorridas em velocidades pico superiores permitem caracterizar o segundo teste como um esforço de maior carga de trabalho, em relação ao primeiro, para ambos os grupos (NT e T). Atividade física semelhante foi imposta no estudo de Lage et al. (2017), no qual equinos MM treinados foram submetidos a teste de marcha padronizado com distância fixa de 5 km. A velocidade média encontrada nesse estudo foi de 12.4 ± 0.1 km/h, considerada velocidade de marcha média, descrita também durante testes de marcha realizados por Jordão et al. (2011) e Prates et al. (2009). Sendo assim, as éguas da presente pesquisa foram conduzidas em velocidade de marcha curta durante os testes de marcha, visto que as médias de velocidades não ultrapassaram 11km/h e, portanto, se mantiveram abaixo da velocidade considerada para a marcha média (12 km/h). Além disso, valores mais baixos de velocidades alcançados no primeiro teste (M1) demonstram a dificuldade do cavaleiro em conduzir os animais na marcha, o que pode estar relacionado à falta de treinamento e adestramento dos animais avaliados.

De acordo com Impellizzeri et al. (2018), a carga imposta pelo exercício pode ser descrita como externa ou interna. A carga externa diz respeito à organização, qualidade e quantidade do trabalho físico prescrito (por exemplo, velocidade, duração, frequência, distância percorrida, etc.). Já a carga interna está relacionada às respostas fisiológicas que ocorrem durante o exercício. Dessa forma, os parâmetros usados como indicadores de carga interna, são aqueles que descrevem a intensidade do esforço físico realizado. Com base nesses conceitos de carga de exercício, amplamente utilizados na prática e pesquisa em atletas humanos, é possível elucidar que, no presente estudo, o teste de marcha realizado após o período de treinamento (M2) impôs aos animais uma maior carga externa, já que os dois grupos percorreram maior distância e atingiram maiores velocidades, como demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1. Velocidades média e pico e distância total (média \pm desvio padrão) obtidos em testes de **marcha** de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT), ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T).

Variável	Teste	NT (n=6)	T (n=9)
Velocidade média (km.h ⁻¹)	M1	9,5 \pm 0,5 ^B	10,0 \pm 0,4
	M2	10,4 \pm 0,3 ^A	10,4 \pm 0,8
Velocidade pico (km.h ⁻¹)	M1	12,1 \pm 0,8 ^B	12,8 \pm 0,4 ^B
	M2	14,4 \pm 0,6 ^A	14,5 \pm 1,5 ^A
Distância total (km)	M1	4,6 \pm 0,2 ^B	4,8 \pm 0,2 ^B
	M2	5,1 \pm 0,3 ^A	5,2 \pm 0,4 ^A

M1: Teste de marcha inicial; M2: Teste de marcha após seis semanas de condicionamento físico. A-B Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de marcha no mesmo grupo (Tukey, $p < 0,05$). Não houve diferença entre tratamento (controle e treinamento na piscina) em nenhuma das variáveis (Tukey, $p > 0,05$).

Na Tabela 2, encontram-se os valores médios de FC, FR e TR obtidos nos testes M1 e M2 das éguas dos grupos NT e T.

TABELA 2. Frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal (média \pm desvio padrão) obtidas em testes de **marcha** de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T).

Variável	Grupo	Teste	Momento				
			Basal	Fim	10 min	20 min	30 min
Frequência cardíaca (bpm)	NT (n=6)	M1	44 \pm 8 ^b	103 \pm 6 ^{*Ba}	55 \pm 8 ^b	58 \pm 13 ^b	51 \pm 15 ^b
		M2	43 \pm 6 ^c	139 \pm 16 ^{Aa}	68 \pm 10 ^b	57 \pm 5 ^{bc}	53 \pm 3 ^{bc}
	T (n=9)	M1	54 \pm 18 ^c	127 \pm 23 ^{*a}	64 \pm 6 ^{Ab}	56 \pm 9 ^c	50 \pm 11 ^c
		M2	43 \pm 5 ^c	122 \pm 19 ^a	55 \pm 10 ^{Bb}	50 \pm 9 ^{bc}	48 \pm 8 ^{bc}
Frequência respiratória (mpm)	NT (n=6)	M1	26 \pm 6 ^{ab}	44 \pm 13 ^{Ba}	31 \pm 10 ^{ab}	-	21 \pm 3 ^b
		M2	16 \pm 3 ^b	79 \pm 26 ^{Aa}	33 \pm 20 ^b	-	21 \pm 5 ^b
	T (n=9)	M1	26 \pm 13 ^b	50 \pm 11 ^{Ba}	36 \pm 16 ^{ab}	-	29 \pm 10 ^b
		M2	20 \pm 5 ^b	81 \pm 23 ^{Aa}	35 \pm 12 ^b	-	25 \pm 5 ^b
Temperatura retal (°C)	NT (n=6)	M1	37,1 \pm 0,5 ^b	38,7 \pm 0,4 ^{Ba}	38,4 \pm 0,8 ^a	-	38,2 \pm 0,3 ^a
		M2	37,0 \pm 0,4 ^c	39,4 \pm 0,4 ^{Aa}	38,9 \pm 0,8 ^a	-	38,2 \pm 0,5 ^b
	T (n=9)	M1	37,4 \pm 0,3 ^d	39,1 \pm 0,5 ^a	38,9 \pm 0,4 ^b	-	38,3 \pm 0,3 ^c
		M2	37,5 \pm 0,2 ^c	39,5 \pm 0,4 ^a	39,2 \pm 0,5 ^a	-	38,5 \pm 0,3 ^b

^{a-d} Letras minúsculas distintas na linha diferem entre momentos de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). ^{A-B} Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de marcha no mesmo momento de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). *Difere entre tratamentos (NT e T) no mesmo momento de avaliação do mesmo teste de marcha (Tukey, $p < 0,05$).

Diferenças entre tratamentos (NT e T) foram observadas apenas nos valores de FC ao fim do exercício do teste M1, em que o grupo T apresentou maior FC que o grupo NT (Tukey, $p < 0,05$). Como em M1 ainda não havia iniciado o período de condicionamento físico e não houve diferença entre a carga externa de trabalho imposta entre os grupos (Tabela 1), provavelmente a maior FC do grupo T pode estar relacionada a fatores psicogênicos, uma vez que foi o primeiro teste de desempenho físico realizado pelos animais.

Ao comparar a FC ao fim do exercício entre os testes realizados antes (M1) e após o período de treinamento (M2), apenas no grupo de éguas não treinadas (NT) foram obtidos maiores valores de FC ao fim do exercício no teste realizado após o período experimental (M2) em relação ao primeiro teste (M1) (Tukey, $p < 0,05$). No grupo T não houve diferença (Tukey, $p > 0,05$) entre os valores médios de FC registrados ao fim do exercício em M1 e M2 (Tabela 2).

Conforme descrito por Impellizzeri et al. (2018), quando impostos à uma mesma carga externa, os atletas que demonstram melhora da aptidão apresentam menores cargas internas, ou seja, redução dos parâmetros fisiológicos avaliados durante o exercício. Enquanto maiores valores de carga interna demonstram pior desempenho ou ocorrência de fadiga. Como está demonstrado na Tabela 1, o teste M2 foi realizado com uma maior carga externa de trabalho, em comparação com o teste M1, devido às superiores velocidades e distância percorrida, nos dois grupos avaliados (NT e T). De acordo com o aumento da carga de trabalho externa imposta, seria esperado também aumento dos parâmetros relacionados à carga interna, avaliados durante o exercício, em todos os equinos. No entanto, o grupo submetido ao treinamento (T) não diferiu nos valores de FC ao fim do exercício entre os testes antes (M1) e após o protocolo de condicionamento físico em piscina (M2). Enquanto no grupo não treinado (NT), observou-se maiores valores de FC ao fim do exercício no teste M2, em resposta à maior intensidade do teste. Isso demonstra a ocorrência de respostas fisiológicas adaptativas ao treinamento no grupo T. De acordo com Allen et al. (2015), a melhora da aptidão cardiovascular pode ser observada como consequência do condicionamento físico, que influencia, diretamente, nas respostas da FC ao exercício. Abrantes et al. (2015) observaram redução da FC após teste de marcha em éguas MM submetidas a um protocolo de condicionamento físico. De forma semelhante ao que ocorreu no presente estudo, houve aumento da carga do exercício, com aumento progressivo da duração dos testes, a cada três semanas. Assim, mesmo após teste de 47 min de marcha contínua, a FC ao fim do exercício foi menor após 6 semanas de treinamento, em comparação com o teste inicial, que teve duração de apenas 12 min. Da mesma forma, Terra (2012), também em éguas MM, observou redução da FC como consequência do condicionamento físico. Nesse

estudo, os animais obtiveram menores valores médios de FC em testes progressivos realizados na esteira após 42 dias do treinamento proposto. Foi observada menor oscilação da FC individual durante o exercício, e valores inferiores durante as velocidades de marcha no teste. Jordão et al. (2011) também observaram redução na FC em éguas da raça MM suplementadas com Cromo após treinamento para prova de marcha. Os valores médios registrados por esses autores (Jordão et al., 2011) ao fim do exercício foram de 157 bpm no primeiro teste, e 145 bpm no último teste realizado. A duração dos testes de marcha nessa pesquisa foi de 50 min. No presente estudo, foram observados valores mais baixos de FC ao fim do exercício, provavelmente devido ao fato de que os animais foram conduzidos na marcha curta, em velocidades baixas (abaixo de 11 km/h), enquanto nas demais pesquisas, os testes foram realizados a velocidades entre 12 e 14 km/h.

Pode-se constatar na Tabela 2 que, nos momentos avaliados da recuperação da FC após o exercício (10, 20 e 30 min), as éguas submetidas ao treinamento (grupo T) tiveram menor FC aos 10 min de recuperação (Tukey, $p < 0,05$) no teste M2 em comparação ao primeiro teste (M1). A recuperação da FC é comumente monitorada em atletas para avaliação da aptidão física, sendo que, em indivíduos treinados, a recuperação ocorre mais rapidamente (Allen et al., 2015). Para corridas de enduro, a Federação Equestre Internacional (FEI) estabeleceu que a FC dos equinos participantes precisa estar abaixo de 64 bpm após 20 min de recuperação. Os animais que não retornarem após este tempo determinado devem ser eliminados da competição, pois têm maiores riscos de apresentarem problemas cardíacos ou respiratórios (Lindner et al., 2017). No teste M2, realizado no presente estudo, o grupo não treinado só retornou a FC a valores inferiores a 64 bpm após 20 min de recuperação. Enquanto o grupo de éguas submetidas ao treinamento na piscina (T) retornaram a FC de forma mais rápida no segundo teste (M2), com valores abaixo de 64 bpm aos 10 min de recuperação. Esse resultado mostra o efeito positivo do treinamento na piscina sobre o desempenho dos animais.

Nos momentos de avaliação dos parâmetros, descritos na Tabela 2, observou-se que os valores de FC, FR e TR aumentaram em relação aos valores basais nos dois testes (M1 e M2), em ambos os grupos (NT e T) (Tukey, $p < 0,05$). Com relação à recuperação após o exercício, a FC não diferiu (Tukey, $p > 0,05$) dos valores basais a partir dos 20 minutos de recuperação, a FR a partir dos 10 minutos após o fim, e a TR ainda manteve-se maior (Tukey, $p < 0,05$) que o basal aos 30 minutos após o término do exercício porém dentro do padrão de normalidade de 37,2 a 38,2°C citado por Cunningham (1999).

A FR aumentou (Tukey, $p < 0,05$), do primeiro (M1) para o segundo teste (M2) no momento do fim do exercício em ambos os grupos avaliados, o que pode estar relacionado à maior carga externa de trabalho realizada em M2. Já com relação à TR, os valores de M2 foram maiores que M1 ao fim do exercício apenas no grupo NT, também demonstrando maior adaptação termorregulatória do grupo T após o condicionamento físico em piscina.

Após teste de 30 min de marcha contínua, Wanderley et al. (2010) relataram dificuldade termorregulatória dos animais avaliados, visto que o retorno da FR aos valores pré-teste só ocorreu em 240 min. A FR não é considerada um parâmetro indicativo de ganho de condicionamento físico, já que o sistema respiratório participa dos mecanismos de dissipação do calor e, portanto, sofre grande influência de fatores ambientais, como a temperatura e umidade relativa do ar. Diferentemente da presente pesquisa, o estudo citado anteriormente (Wanderley et al., 2010), foi realizado no nordeste do país e com condições ambientais mais intensas. Os testes de marcha M1 e M2 foram realizados apenas no período da manhã, com condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar mais amenas. Assim, pode-se observar na Tabela 2 que a FR já retornou aos valores basais aos 10 minutos de recuperação em ambos os testes e grupos. Ocorreu aumento da TR após o exercício (Tukey, $p < 0,05$), em relação aos valores basais nos testes M1 e M2. Porém, os animais do grupo NT (não treinado) apresentaram maior TR ao fim do exercício no segundo teste (M2), em relação ao primeiro (M1), o que não foi observado no grupo T. Isso demonstra que esses animais do grupo não treinado tiveram maior dificuldade na termorregulação do que as éguas treinadas, quando expostos à mesma carga de trabalho. É importante ressaltar que, mesmo que as condições ambientais estavam amenas, a TR não retornou ao valor basal até 30 minutos de recuperação em todos os testes e grupos. Porém, os valores encontrados estavam dentro dos limites fisiológicos (38°C em repouso e entre $39-40^{\circ}\text{C}$ após exercícios extenuantes) conforme relatado por Clayton (1991).

Na tabela 3 encontram-se os valores médios das concentrações plasmáticas de lactato e glicose obtidos nos testes de marcha M1 e M2.

Não houve diferença entre tratamentos (não treinadas e treinamento) nos valores de lactato e glicose plasmáticos em nenhum dos momentos avaliados em de ambos os testes (Tukey, $p > 0,05$).

TABELA 3. Média \pm desvio padrão de lactato e glicose plasmáticos obtidos em testes **de marcha** de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T)

Variável	Grupo	Teste	Momento				
			Basal	Fim	5 min	10 min	30 min
Lactato (mmol/L)	NT (n=6)	M1	1,04 \pm	1,47 \pm	1,43 \pm	1,51 \pm	1,48 \pm
			0,32 ^a	0,47 ^{Ba}	0,34 ^a	0,35 ^a	0,35 ^a
		M2	0,93 \pm	2,45 \pm	2,29 \pm	2,27 \pm	2,02 \pm
			0,25 ^b	1,05 ^{Aa}	0,88 ^a	0,84 ^a	0,65 ^a
	T (n=9)	M1	0,91 \pm	2,21 \pm	2,06 \pm	2,05 \pm	2,26 \pm
		0,24 ^b	1,44 ^a	1,23 ^{ab}	1,11 ^{ab}	1,94 ^a	
Glicose (mmol/L)	NT (n=6)	M1	5,53 \pm	6,99 \pm	6,92 \pm	6,47 \pm	5,92 \pm
			0,79 ^b	0,90 ^a	0,85 ^a	0,87 ^{ab}	0,45 ^{ab}
		M2	5,35 \pm	7,82 \pm	7,48 \pm	7,40 \pm	6,68 \pm
			0,37 ^b	1,21 ^a	0,98 ^a	1,08 ^a	1,24 ^{ab}
	T (n=9)	M1	5,78 \pm	7,20 \pm	7,65 \pm	6,97 \pm	6,73 \pm
		0,61 ^b	1,27 ^a	0,80 ^a	0,90 ^a	0,91 ^{ab}	
M2	5,59 \pm	7,18 \pm	7,00 \pm	6,83 \pm	6,23 \pm		
	0,28 ^b	0,72 ^a	0,59 ^a	0,67 ^a	0,43 ^{ab}		

M1: Teste de marcha inicial; M2: Teste de marcha após seis semanas de condicionamento físico. ^{a-b} Letras minúsculas distintas na linha diferem entre momentos de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). ^{A-B} Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de marcha no mesmo momento de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). Não houve diferença entre tratamento (não treinado e treinamento na piscina) em nenhuma das variáveis (Tukey, $p > 0,05$).

No grupo NT, o Lac ao fim do exercício foi maior no segundo teste (M2) em relação ao primeiro teste (M1) (Tukey, $p < 0,05$), enquanto no grupo T não houve diferença (Tukey, $p > 0,05$) entre os testes em nenhum momento avaliado. Com relação à comparação entre momentos de avaliação, o grupo NT apresentou aumento do Lac após o fim do exercício em relação ao basal (Tukey, $p < 0,05$) e manteve-se elevado mesmo aos 30 minutos de recuperação somente no teste M2. Já nos animais do grupo treinado (T), o valor de Lac após exercício aumentou em relação aos valores basais apenas no teste M1 (Tukey, $p < 0,05$), enquanto no M2 o lactato não diferiu em nenhum dos momentos avaliados.

Como já mencionado e demonstrado na Tabela 1, todas as éguas do presente estudo realizaram exercício de maior intensidade no teste M2. No entanto, observa-se no grupo treinado na piscina que houve aumento (Tukey, $p < 0,05$) nos valores de Lac obtidos após o exercício, em relação aos valores basais, apenas no teste M1, quando os animais ainda não tinham iniciado os 42 dias de treinamento. Já no teste M2 não houve aumento da participação da via glicolítica anaeróbia de geração de energia, uma vez que não houve aumento do lactato

plasmático, demonstrando adaptação metabólica após o condicionamento em piscina. Esse resultado difere do que foi encontrado no grupo não treinado, no qual os maiores valores de Lac foram obtidos no segundo teste (M2), em resposta à maior carga externa aplicada.

Com relação às concentrações plasmáticas de glicose, não houve diferença entre grupos (NT e T) nem entre os testes M1 e M2 (Tukey $p > 0,05$). Mas comparando os momentos, observou-se aumento após o exercício em relação aos valores basais (Tukey, $p < 0,05$) em ambos os grupos, nos dois testes. Esses resultados podem ser explicados pela constatação de Ferraz et al. (2009), os quais relataram que o exercício físico exige rápida disponibilidade de substratos energéticos para a contração muscular, o que é facilitado pela ação do sistema nervoso autônomo simpático, que provoca aumento da glicemia após o esforço.

Em geral, a importância relativa dos metabolismos aeróbio e anaeróbio na produção de ATP depende da intensidade do exercício e dos efeitos do treinamento na modificação do perfil metabólico das fibras musculares recrutadas (Hogdson e Rose 1994). Piccione et al. (2009) encontraram menores valores de lactato plasmático em equinos trotadores, comparados com outras atividades de intensidades mais altas. Esses autores relacionaram o menor acúmulo de lactato com o trabalho realizado predominantemente pela via aeróbia de produção de energia. Portanto, ocorre maior produção e menor consumo de lactato com o aumento da intensidade do exercício. Dessa forma, a carga de exercício realizada pode influenciar nos tipos de fibras musculares recrutadas durante a locomoção e, portanto, no acúmulo de lactato (Piccione et al., 2009).

Abrantes et al. (2015) avaliaram o tempo em que éguas destreinadas da raça MM, atingiram as concentrações plasmáticas de Lac de 2,0 e 4,0 mmol/L antes e após a realização de um protocolo de treinamento de marcha. No primeiro teste (antes do treinamento), os animais levaram, em média, 8,08 minutos para alcançar as concentrações de Lac 4,0 mmol/L. Após 42 dias de treinamento, esse limiar (4,0 mmol/L) foi alcançado apenas com 42,66 minutos de exercício de marcha, demonstrando resposta adaptativa ao protocolo de treinamento proposto. Na presente pesquisa, os animais não atingiram a concentração de 4,0 mmol/L após 30 min de marcha em nenhum dos testes realizados (M1 e M2). Ademais, o grupo de animais submetidos ao protocolo de condicionamento físico em piscina (T) obteve valores médios inferiores a 2,0 mmol/L ao fim do exercício no teste realizado após o período de treinamento (M2). Em equinos treinados submetidos a teste padronizado de marcha de 5 km de distância percorrida, Lage et al. (2017) registraram valores médios de $1,10 \pm 0,10$ mmol/L ao fim do exercício. No presente estudo, mesmo os animais dos grupos NT e T percorrendo distância semelhante no teste M2,

somente o grupo T atingiu valores médios de Lac abaixo de 2,0 mmol/L, sugerindo maior adaptação metabólica resultante das 6 semanas de treinamento ao passo em piscina.

As concentrações séricas das enzimas musculares CK e AST obtidas nos testes M1 e M2 estão demonstradas na Tabela 4.

TABELA 4. Creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) séricas (mediana (Q1;Q3)) obtidas em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T)

Variável	Grupo	Teste	Momento				
			Basal	Fim	6h	12h	24h
CK (UI/L)	NT (n=6)	M1	711,8 ^{Aa} (474,5;724,3)	699,4 ^{Aa} (549,5;799,2)	661,9 ^{Aa} (524,5;799,2)	661,9 ^{Aa} (399,6;924,1)	562,0 ^{Aa} (424,6;699,3)
		M2	886,7 ^{Aa} (574,4;1299,0)	811,7 ^{Aa} (399,6;1124,0)	999,1 ^{Aa} (674,3;1149,0)	986,5 ^{Aa} (749,3;1449,0)	986,6 ^{Aa} (874,1;1099,0)
	T (n=9)	M1	699,3 ^{Aab} (593,2;829,3)	699,3 ^{Aa} (593,2;1067,8)	699,3 ^{Aab} (505,8;799,2)	674,3 ^{Aab} (443,3;930,3)	533,8 ^{Ab} (449,5;611,9)
		M2	424,6 ^{Aa} (412,1;574,4)	499,5 ^{Aa} (418,4;761,7)	449,5 ^{Aa} (399,6;768,0)	374,5 ^{Aa} (306,0;618,1)	574,4 ^{Aa} (468,3;718,0)
AST (UI/L)	NT (n=6)	M1	136,2 ^{Aa} (120,5;146,7)	125,7 ^{Aa} (110,8;131,0)	131,0 ^{Aa} (120,5;136,2)	133,6 ^{Ba} (120,5;136,2)	134,6 ^{Aa} (120,5;167,8)
		M2	196,5 ^{Aa} (178,1;251,4)	188,6 ^{Aa} (151,9;209,5)	204,3 ^{Aa} (162,4;251,4)	209,6 ^{Aa} (180,6;240,9)	167,7 ^{Aa} (146,7;172,9)
	T (n=9)	M1	157,1 ^{Aa} (121,8;195,1)	167,4 ^{Aa} (129,7;213,4)	146,7 ^{Aa} (134,9;195,1)	151,9 ^{Aa} (128,4;195,2)	151,9 ^{Aa} (102,2;230,5)
		M2	141,4 ^{Aa} (102,2;182,0)	178,1 ^{Aa} (127,1;222,6)	151,9 ^{Aa} (136,2;204,3)	151,9 ^{Aa} (131,0;183,3)	162,4 ^{Aa} (148,0;243,5)

M1: Teste de marcha inicial; M2: Teste de marcha após seis semanas de condicionamento físico.

^{a-b} Letras minúsculas distintas na linha diferem entre momentos de avaliação (Tukey, $p < 0,05$).

^{A-B} Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de marcha no mesmo momento de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). Não houve diferença entre tratamento (não treinado e treinamento na piscina) em nenhuma das variáveis (Tukey, $p > 0,05$).

Os valores basais de CK encontrados foram mais altos (médias de 424,6 a 886,7 UI/L) quando comparados com outros estudos realizados com equinos da raça MM. Na pesquisa de Di Filippo et al. (2016), foram registrados valores médios de $110,7 \pm 56,3$ UI/L. Porém Farinelli et al. (2021) encontraram valores basais médios mais próximos àqueles obtidos no presente estudo, de 446 ± 244 UI/L. No presente estudo, as éguas foram mantidas soltas em piquetes amplos e muito inclinados, o que proporcionou aos animais elevada atividade locomotora espontânea durante todo o período. Não foi observado pico das enzimas avaliadas o que sugere

que o protocolo de treinamento utilizado não sobrecarregou os animais predispondo a lesões musculares. Análises das enzimas musculares CK e AST antes e após exercício físico são importantes para obter informações relacionadas ao dano muscular causado pelo esforço imposto (Allen et al., 2015). De acordo com Harris et al. (1990), tanto o tipo do exercício quanto o nível de aptidão física dos equinos avaliados podem influenciar elevando as concentrações sanguíneas dessas enzimas após exercício. O aumento da permeabilidade da membrana muscular em exercícios extenuantes ou prolongados pode levar a pequenas variações da CK sérica. Nos testes de marcha realizados na presente pesquisa, não foram observadas variações dos valores de CK e AST com significância patológica. No primeiro teste do grupo T, os valores de 24h foram menores (Tukey, $p < 0,05$) que os registrados ao fim do exercício, mas ambos momentos não diferiram do nível apresentado pelos animais no tempo basal (Tukey, $p > 0,05$).

As concentrações sanguíneas de hemácias, hemoglobina, hematócrito e proteína total nos testes de marcha podem ser visualizadas na Tabela 5.

TABELA 5. Hemácias, hemoglobina, hematócrito e proteína total (média \pm desvio padrão) obtidos em testes de marcha de éguas Mangalarga Marchador não treinadas (grupo NT) ou submetidas a condicionamento físico com exercício na piscina (grupo T)

Variável	Grupo	Teste	Momento	
			Basal	Fim
Hemácias ($\times 10^6 / \text{mm}^3$)	NT (n=6)	M1	5,8 \pm 1,8 ^B	5,6 \pm 1,3 ^B
		M2	7,6 \pm 1,2 ^A	8,5 \pm 1,1 ^A
	T (n=9)	M1	4,8 \pm 1,0 ^{Bb}	5,8 \pm 0,9 ^{Ba}
		M2	6,8 \pm 0,6 ^A	8,4 \pm 0,8 ^A
Hemoglobina (g/dL)	NT (n=6)	M1	12,5 \pm 3,5	13,4 \pm 2,7
		M2	12,3 \pm 1,4	13,4 \pm 0,9
	T (n=9)	M1	10,9 \pm 1,7 ^b	13,1 \pm 1,4 ^a
		M2	10,6 \pm 0,8 ^b	13,2 \pm 0,8 ^a
Hematócrito (%)	NT (n=6)	M1	37,3 \pm 10,5	40,2 \pm 8,2
		M2	34,7 \pm 3,5	38,4 \pm 3,0
	T (n=9)	M1	32,9 \pm 5,1 ^b	39,3 \pm 4,1 ^a
		M2	31,1 \pm 1,8 ^b	39,1 \pm 2,8 ^a
Proteína total (g/dL)	NT (n=6)	M1	15,1 \pm 1,4	14,7 \pm 1,2
		M2	13,1 \pm 2,1	13,3 \pm 2,4
	T (n=9)	M1	13,8 \pm 0,9	14,4 \pm 0,9
		M2	13,9 \pm 2,5	14,7 \pm 1,9

M1: Teste de marcha inicial; M2: Teste de marcha após seis semanas de condicionamento físico.

^{a-b}Letras minúsculas distintas na linha diferem entre momentos de avaliação (Tukey, $p < 0,05$).

^{A-B}Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de marcha no mesmo momento de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). Não houve diferença entre tratamentos (não treinadas e treinamento na piscina) no mesmo momento de avaliação do mesmo teste de marcha (Tukey, $p > 0,05$).

Não houve diferença entre os tratamentos em nenhuma das variáveis da Tabela 5 (Tukey, $p>0,05$). Em ambos os grupos (NT e T), ocorreu aumento dos valores médios de hemácias do primeiro para o segundo teste de marcha (Tukey, $p<0,05$). Esse achado pode ter ocorrido em resposta ao treinamento no grupo T, pois podem ocorrer adaptações hematológicas para garantir o fornecimento adequado de oxigênio e substratos aos músculos durante o exercício e remover os metabólitos produzidos (Piccione et al., 2009). No entanto, os aumentos entre os testes M1 e M2 foram observados em ambos os grupos, ou seja, o grupo que não foi treinado também apresentou esse aumento, provavelmente porque os animais se originaram de fazendas e proprietários distintos e, portanto, antes da etapa experimental, tinham sido submetidos a protocolos de manejo nutricional diferentes. Assim, o padrão nutricional e manejo, oferecidos durante o experimento podem ter influenciado positivamente nas concentrações de hemácias.

As concentrações sanguíneas de hemoglobina e o hematócrito ao fim do exercício foram maiores que os valores basais em ambos os testes do grupo T, o que não foi observado no grupo NT. Com relação à proteína total, não houve diferença entre tratamentos, testes ou momentos (Tukey, $p>0,05$).

De acordo com Ferraz et al. (2009), ocorre integração entre os sistemas cardiovascular e hematológico, por ação neural autonômica simpática, e as alterações das variáveis fisiológicas relacionadas a esses sistemas dependem da intensidade e da duração do exercício teste. O aumento do número de hemácias e hemoglobina durante o exercício em equinos pode estar relacionado à contração esplênica esforço-dependente, o que eleva a capacidade aeróbia devido ao maior transporte de oxigênio para o músculo esquelético (Balarin et al., 2006). Ribeiro Filho et al. (2018) avaliaram o efeito do exercício sobre variáveis clínicas, hematológicas e bioquímicas de equinos da raça Mangalarga Marchador condicionados e submetidos a 40 min de marcha contínua. O aumento de todos os parâmetros hematológicos avaliados foi relacionado à desidratação como consequência do exercício, que reduz a volemia e aumenta a celularidade. Da mesma forma, após exercício de marcha de 45 min de duração, Di Filippo et al. (2016) também relataram ocorrência de desidratação, devido à elevação do número hemácias ($8.9 \pm 0.7 \times 10^6/\mu\text{L}$), hemoglobinas ($12.9 \pm 3.0\text{g/dL}$), hematócrito ($12,9 \pm 3,0\%$) ao fim do exercício nas fêmeas avaliadas. No presente estudo, ocorreu aumento do hematócrito e hemoglobina somente no grupo T ao fim do exercício, em ambos os testes (Tabela 5), sendo que os valores de hemácias, hemoglobina e hematócrito foram menores ou bem próximos daqueles observados na pesquisa de Di Filippo et al. (2016).

Com relação aos valores de proteína total encontrados, valores basais mais altos foram registrados no presente estudo em ambos os grupos (Tabela 5) em relação àqueles relatados por Di Filippo et al. (2016) antes das provas de marcha ($6,9 \pm 2,2$ g/dL). Esses autores relataram aumento da proteína total após a prova de marcha, com valores médios de $9,1 \pm 3,6$ g/dL ao fim do exercício nas fêmeas avaliadas. No presente estudo, não foram encontradas alterações na proteína total avaliada antes e após os testes de marcha de 30 min., o que sugere que o teste não provocou desidratação significativa nos animais, já que esse é um parâmetro sanguíneo que normalmente aumenta quando os equinos apresentam desidratação.

5.2 Testes padronizados em piscina

De acordo Muñoz et al., (2019) para avaliar se um determinado exercício pode ser incluído no programa de treinamento, é preciso, primeiro, conhecer as respostas cardiovasculares e metabólicas provocadas por uma sessão. Considerando a importância da raça Mangalarga Marchador para a equideocultura nacional, poucas pesquisas foram realizadas para descrever os efeitos de exercícios utilizados no treinamento desses animais. Como já relatado por Silva et al. (2021)^a, o treinamento aquático em piscinas próprias para equinos já é uma realidade na rotina de preparação física de equinos marchadores no Brasil. Porém, vem sendo prescrito de forma empírica, sem embasamento científico, e sem respeitar os princípios básicos de condicionamento físico, como controle de volume, intensidade, duração e frequência dos exercícios. Na presente pesquisa, os animais submetidos ao protocolo de treinamento proposto (grupo T), além de serem avaliados em testes de marcha (M1 e M2), como já foi descrito, foram avaliados também em dois testes padronizados em piscina de baixa profundidade, de 15 min de duração, executados antes (P1) e após o período de treinamento (P2). Esses testes permitiram avaliar parâmetros relacionados ao nível de aptidão física, às respostas fisiológicas adaptativas ao treinamento e forneceram importantes informações sobre o esforço físico exigido pelo exercício proposto em piscina. A comparação dos resultados obtidos antes e após o período 42 dias descreveram, de maneira inédita, os efeitos do treinamento aquático sobre parâmetros fisiológicos relacionados ao desempenho físico de equinos da raça Mangalarga Marchador exercitados em piscina. Os resultados podem ser utilizados para direcionar a prescrição de exercícios aquáticos no treinamento de equinos da raça MM.

Na Tabela 6 encontram-se os valores obtidos da velocidade média, pico e distância total percorrida pelos animais do grupo T (n=9) durante os testes padronizados de piscina, realizados antes (P1) e após o período de treinamento (P2).

TABELA 6. Velocidade média, velocidade pico e distância total (média \pm desvio padrão) obtidos em testes padronizados em **piscina** antes (P1) e após (P2) seis semanas de condicionamento físico de éguas Mangalarga Marchador.

Teste	Velocidade média (km.h ⁻¹)	Velocidade pico (km.h ⁻¹)	Distância total (km)
P1 (n=9)	3,0 \pm 0,7 ^A	7,1 \pm 1,1 ^A	0,74 \pm 0,21 ^A
P2 (n=9)	3,4 \pm 0,2 ^A	5,3 \pm 0,3 ^B	0,84 \pm 0,06 ^A

P1: Teste padronizado em piscina inicial; P2: Teste padronizado em piscina após seis semanas de condicionamento físico. ^{A-B} Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de piscina (Tukey, $p < 0,05$).

Não foram encontradas diferenças nas velocidades médias e distâncias percorridas entre o primeiro (P1) e o segundo teste (P2) (Tukey, $p > 0,05$). Dessa forma, tanto antes, como após o período de 42 dias de treinamento, a carga externa de exercício imposta foi a mesma nos dois testes. No teste realizado antes do treinamento (P1), os animais atingiram uma velocidade pico superior em relação à do segundo teste, possivelmente porque após 42 dias de exercícios regulares, essas éguas se acostumaram com a piscina e se adaptaram à caminhada na água.

Os resultados da FC, FR, TR, Lactato e Glicose obtidos nos testes em piscina (P1 e P2) estão demonstrados na Tabela 7, onde pode se observar que ocorreu aumento ao fim do exercício ($p < 0,05$) da FC e FR, em decorrência do exercício na piscina. Esses parâmetros retornaram aos valores basais após 10 minutos, nos dois testes. A FR obtida no fim do exercício no teste P2 foi menor que em P1 ($p < 0,05$), demonstrando maior adaptação dos animais ao teste, após o período de treinamento de 42 dias. Verifica-se também na Tabela 7 que a TR diferiu ($p < 0,05$) entre os testes P1 e P2 nos valores basais e ao fim do exercício. No segundo teste (P2), os animais apresentaram maiores TR basais. No entanto, ao fim do exercício, menores valores foram observados em P2, em relação ao teste P1 o que demonstra uma adaptação dos animais ao exercício em virtude do. Ocorreu também, aumento da TR após o exercício em relação aos valores basais em ambos os testes e manteve-se maior que o basal até os 30 minutos de recuperação ($p < 0,05$).

TABELA 7. Média \pm desvio padrão da Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, lactato e glicose plasmáticos obtidos em testes padronizados em piscina antes (P1) e após (P2) 42 dias de condicionamento físico de éguas Mangalarga Marchador

Variável	Teste	Momento				
		Basal	Fim	5 min	10 min	30 min
Frequência cardíaca (bpm)	P1 (n=9)	46 \pm 5 ^b	140 \pm 32 ^a	-	69 \pm 11 ^b	54 \pm 4 ^b
	P2 (n=9)	51 \pm 8 ^b	124 \pm 41 ^a	-	59 \pm 8 ^b	51 \pm 9 ^b
Frequência respiratória (mpm)	P1 (n=9)	19 \pm 5 ^b	40 \pm 18 ^{Aa}	-	22 \pm 7 ^b	21 \pm 7 ^b
	P2 (n=9)	17 \pm 5 ^b	30 \pm 8 ^{Ba}	-	19 \pm 2 ^b	19 \pm 4 ^b
Temperatura retal (°C)	P1 (n=9)	37,3 \pm 0,3 ^{Bc}	38,8 \pm 0,4 ^{Aa}	-	38,7 \pm 0,3 ^a	38,1 \pm 0,3 ^b
	P2 (n=9)	37,8 \pm 0,4 ^{Ab}	38,4 \pm 0,3 ^{Ba}	-	38,4 \pm 0,3 ^a	38,3 \pm 0,3 ^a
Lactato (mmol/L)	P1 (n=9)	1,0 \pm 0,4 ^d	6,9 \pm 2,8 ^{Aa}	6,3 \pm 2,4 ^{Aab}	5,4 \pm 2,1 ^{Ab}	3,7 \pm 1,6 ^{Ac}
	P2 (n=9)	1,1 \pm 0,7 ^b	2,6 \pm 1,4 ^{Ba}	2,2 \pm 1,0 ^{Bab}	2,0 \pm 0,9 ^{Bab}	1,5 \pm 0,5 ^{Bab}
Glicose (mmol/L)	P1 (n=9)	6,1 \pm 0,4 ^b	8,5 \pm 2,2 ^a	8,4 \pm 1,9 ^a	8,4 \pm 1,5 ^a	7,9 \pm 1,3 ^a
	P2 (n=9)	6,2 \pm 0,7 ^b	7,9 \pm 1,4 ^a	7,9 \pm 1,3 ^a	8,0 \pm 1,1 ^a	7,4 \pm 1,3 ^a

^{a-b} Letras minúsculas distintas na linha diferem entre momentos de avaliação (Tukey, $p < 0,05$). ^{A-B} Letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre testes de piscina (Tukey, $p < 0,05$).

Os resultados obtidos das concentrações sanguíneas de lactato também estão expostos na Tabela 7. No teste P2, realizado após o treinamento, todos os valores registrados após o exercício foram menores (Tukey, $p < 0,05$) do que aqueles encontrados no teste P1 (fim do exercício e aos 5, 10 e 30 min de recuperação). Nos momentos de recuperação, observa-se, na Tabela 7, que no primeiro teste (P1), os valores de Lac aos 30 minutos ainda estavam maiores do que os valores basais (Tukey, $p < 0,05$). Enquanto no segundo teste (P2), já aos 5 minutos e nos momentos seguintes de recuperação, as concentrações de Lac se assemelharam aos valores basais (Tukey, $p > 0,05$). O lactato é um produto do metabolismo muscular anaeróbio e, suas análises fornecem informações relacionadas à capacidade aeróbia do indivíduo (Allen et al., 2015). Assim, os menores valores de lactato obtidos no teste realizado após os 42 dias de treinamento (P2) demonstraram os efeitos do condicionamento físico em piscina, que provocou adaptações metabólicas e aumentou a aptidão aeróbia dos animais.

A glicose aumentou ao fim do exercício em relação ao valor basal e manteve-se elevada até os 30 minutos de recuperação (Tukey, $p < 0,05$), mas não foi observada diferença entre testes em nenhum momento avaliado (Tukey $p > 0,05$).

Muñoz et al. (2019) determinaram valores de FC e Lac de equinos exercitados em esteira aquática em diferentes alturas. Valores médios de 81 bpm e 1,1 mmol/L de FC e Lac, respectivamente, foram encontrados para o exercício com a água na altura do peito, semelhante ao nível de água que foi utilizado na atual pesquisa. Por serem considerados valores relativamente baixos, os autores classificaram o exercício realizado como trabalho de intensidade submáxima e predominantemente aeróbio. Além disso, os estímulos provocados no metabolismo energético e no sistema cardiovascular foram considerados insuficientes para representar um desafio que promova ganho de aptidão em cavalos atletas. Na presente pesquisa, valores superiores de FC e Lac (Tabela 7) foram encontrados durante exercício em piscina, de equinos da raça MM, principalmente em P1, quando os animais estavam sem atividade física regular.

Ao comparar as demandas metabólicas e cardiovasculares de exercícios em piscina, de diferentes profundidades, em equinos da raça MM, Silva et al. (2021)^b relataram que os exercícios aquáticos possuem maiores exigências cardiovasculares e metabólicas que o exercício convencional ao passo em terra e essas exigências são crescentes com o aumento do nível da água. Esses autores encontraram maiores valores de FC ao fim do exercício nos animais que caminharam por 10 min com água na altura do peito ou com imersão total (natação). Em comparação com esses resultados, os valores obtidos no presente estudo ao fim do exercício em P2 (124 ± 41 bpm) foram semelhantes àqueles encontrados após o exercício de natação/imersão total (123 bpm). Da mesma forma dos animais avaliados no presente estudo, a FC retornou aos valores pré-exercício aos 10 minutos de recuperação no grupo que se exercitou com água na altura do peito. O tempo necessário para a FC atingir 64 bpm após corridas de enduro é utilizado como indicador de desempenho dos animais participantes (Madsen et al., 2014). No presente estudo, o retorno da FC a valores inferiores a 64 bpm ocorreu de forma mais rápida, aos 10 min, no segundo teste (P2) após o período de treinamento. Enquanto no primeiro teste (P1), os animais demoraram mais para recuperarem a FC, visto que alcançaram valores inferiores a 64 bpm somente 30 min após o exercício. A redução dos valores de FC após exercício de mesma carga de trabalho, observada após o período de condicionamento físico em piscina, comprova a ocorrência de adaptações cardiovasculares como consequência do protocolo de treinamento proposto.

Juntamente com a FC, as concentrações sanguíneas de lactato indicam a principal via metabólica geradora de energia para o exercício físico (Eaton, 1995). No presente estudo, notou-se redução significativa dos valores médios de Lac ao fim do exercício do primeiro para

o segundo teste. Os valores mais altos de Lac antes do treinamento comprovam que os equinos não possuíam aptidão aeróbia para realizar o exercício proposto, já que o maior acúmulo de lactato no plasma indica maior participação da via glicolítica anaeróbia para geração de energia. Assim, a carga externa imposta no exercício teste de 15 min de caminhada na piscina foi maior nos animais destreinados (teste P1), já que houve maior exigência metabólica desses animais, o que refletiu nas maiores concentrações de lactato obtidas. As baixas concentrações de lactato após o exercício teste em P2 demonstram a ocorrência de adaptações fisiológicas relacionadas ao metabolismo aeróbio provocadas pelo protocolo de treinamento proposto durante 6 semanas. Com a progressão do condicionamento físico, a mesma carga externa de exercício imposta nos animais, após o período de treinamento, foi considerada leve, já que os mesmos adquiriram melhora da aptidão aeróbia. Por isso, à medida que o organismo se adapta, devem ser realizados ajustes no volume de exercício prescrito no treinamento, como por exemplo, o aumento da duração ou da intensidade do exercício, para que o estímulo continue provocando adaptações fisiológicas que gerem melhora do desempenho físico (Clayton, 1991). Para que esses aumentos sejam realizados de forma eficaz, é importante incluir, na rotina prática do treinamento, o monitoramento periódico dos animais treinados, por meio dos testes de avaliação de desempenho.

Silva et al. (2021)^b encontraram valores semelhantes de Lac nos exercícios realizados com a mesma altura da água (2,2 mmol/L). No estudo de Lage et al. (2017), as concentrações de Lac de equinos treinados, após provas oficiais de marcha foram de 1.94 ± 0.16 mmol/L. Ainda na Tabela 7, verifica-se que valores próximos a 2 mmol/L também foram registrados no presente estudo, nos testes de marcha propostos. Assim, a carga de exercício imposta no teste realizado na piscina estimulou a produção de lactato em níveis próximos àqueles do que é exigido no exercício da marcha. Dessa forma, o exercício em piscina realizado no treinamento do presente estudo apresentou exigências fisiológicas semelhantes àquelas das competições oficiais da raça MM. Por isso, pode-se considerar uma ferramenta eficaz para ser incluída na rotina de treinamento desses animais, como forma de variar o tipo de exercício e provocar estímulos fisiológicos semelhantes.

Na Tabela 8 encontram-se as concentrações séricas das enzimas musculares CK e AST, obtidas antes e após os testes padronizados em piscina (P1 e P2) nos animais do grupo T. Pode-se constatar que, apenas no teste inicial (P1) os valores de CK após o exercício aumentaram em relação ao basal (Tukey, $p < 0,05$). Ainda no teste P1, realizado antes dos animais iniciarem o protocolo de treinamento na piscina, as concentrações séricas de CK permaneceram elevadas

do fim do exercício até 24h após o término da atividade. A tabela 8 demonstra também que as concentrações de AST não diferiram (Tukey, $p>0,05$) entre os testes realizados antes (P1) e após (P2) o treinamento na piscina e nem entre os momentos avaliados (basal, fim do exercício, às 6,12 e 24h após o exercício).

TABELA 8. Creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) séricas (mediana: Q1;Q3) obtidas em testes padronizados em **piscina** antes (P1) e após (P2) seis semanas de condicionamento físico de éguas Mangalarga Marchador

Variável	Teste	Momento				
		Basal	Fim	6h	12h	24h
Creatina quinase (UI/L)	P1 (n=9)	649,4 ^b (505,8; 782,1)	949,0 ^a (561,9; 1960,3)	1049,0 ^a (793,0; 1579,3)	1598,0 ^a (930,3; 2241,8)	1199,0 ^a (849,1; 1548,8)
	P2 (n=9)	574,4 (468,3; 711,8)	649,5 (543,3; 799,2)	849,2 (749,3; 1011,5)	699,3 (524,5; 811,7)	618,1 (549,4; 655,6)
Aspartato aminotransferase (UI/L)	P1 (n=9)	157,1 (132,3; 218,4)	146,7 (124,1; 168,9)	136,2 (129,7; 162,4)	151,9 (132,3; 209,7)	146,7 (128,4; 170,2)
	P2 (n=9)	131,6 (123,0; 138,8)	142,1 (140,1; 153,2)	135,6 (125,7; 146,7)	134,2 (124,4; 142,7)	130,3 (117,9; 141,4)

^{a-b}Letras minúsculas distintas na linha diferem entre momentos de avaliação (Tukey, $p<0,05$). Não houve diferença entre os testes de piscina (Tukey, $p>0,05$).

Para que as atividades das enzimas musculares sejam consideradas patológicas, devem ser maiores do que o esperado para a natureza do exercício e a aptidão individual do atleta (Harris et al. 1990). Dessa forma, tanto o tipo de exercício quanto o nível de condicionamento físico podem afetar as elevações pós-exercício nos níveis dessas enzimas (Allen et al., 2015).

Os valores basais de CK observados no presente estudo foram mais altos quando comparados com o intervalo fisiológico de 100 a 300 U/L descrito por McGowan e Hodgson (2014), mas os valores de AST estavam dentro da normalidade considerada por esses autores, de 150 a 400 U/L. A CK basal de éguas da raça MM no estudo de Di Filippo et al. (2016) foi de $113,4 \pm 36,6$, e os valores basais de AST encontrados foram $189,8 \pm 56,0$. Já na pesquisa de Farinelli et al. (2021), também com equinos MM, as médias basais foram de 383 ± 170 UI/L para CK e 275 ± 43 UI/L para AST. No presente estudo, as médias das concentrações basais encontradas para a CK foram superiores a esses valores citados e as de AST, foram menores. Da mesma forma, Silva et al. (2021)^c também relataram grandes oscilações nos valores basais das enzimas, quando compararam as atividades de CK e AST em equinos MM submetidos a

exercícios em piscina, com três diferentes níveis de água, com o método de exercício convencional: caminhador automático circular, sem água. Esses autores relacionaram esse achado a atividade livre dos animais, os quais foram mantidos soltos em piquetes durante o período de treinamento. As éguas da presente pesquisa também foram mantidas em liberdade e apresentaram altos valores basais de CK nos testes de marcha (M1 e M2).

Após os testes realizados, não foram observados sinais clínicos de lesão muscular nos equinos. De acordo com Harris et al. (1990), os aumentos nas atividades das enzimas musculares podem ser patológicos, associados a lesões evidentes da membrana da fibra muscular ou fisiológicos, quando ocorre aumento transitório na permeabilidade das mesmas. Silva et al. (2021)^c no trabalho desenvolvido com equinos MM em piscina com diferentes níveis de água, também constataram que o exercício em piscina não influenciou a atividade das enzimas musculares, independente da altura da água, e que, além disso, os animais não apresentaram potencial para desenvolver lesão muscular. Ainda em comparação com o estudo de Silva et al. (2021)^c, realizado com equinos da raça MM, os valores de CK e AST obtidos após exercício em piscina com água na altura do peito (mesma altura imposta nos testes P1 e P2) foram menores do que aqueles observados no presente estudo.

Apesar dos altos valores de CK registrados nos dois testes (tabela 8), pode-se observar que não houve diferença entre a atividade sérica dessa enzima em relação aos valores basais, após o treinamento (teste P2). No primeiro teste realizado na piscina (P1), o aumento observado após o exercício pode estar relacionado à ausência de adaptação muscular dos animais ao esforço, já que eles ainda não haviam iniciado o programa de condicionamento físico. Além disso, segundo Harris et al. (1990), alguns animais podem ter atividades de enzimas musculares mais altas, ou remoção mais lenta da circulação, sem significado patológico, devido à maior sensibilidade às alterações de permeabilidade das membranas das fibras musculares. De acordo com Harris et al. (2000), a atividade de CK não deve se elevar acima de 250% do valor de repouso, enquanto a AST não pode ser superior a 50% dos valores basais, 2 horas após um teste submáximo. Sendo assim, como os valores basais de CK no teste P1 já estavam elevados e, portanto, os aumentos observados após o exercício podem ser decorrentes do aumento da permeabilidade da membrana celular, e não da sua ruptura.

Dessa forma, a redução dos valores médios das variáveis analisadas nos testes de marcha e de piscina indicam a ocorrência de adaptações fisiológicas relacionadas à melhora da aptidão aeróbia no grupo de éguas submetidas ao protocolo de treinamento em piscina proposto no presente estudo.

5.3 Análises cinemáticas

As análises cinemáticas, realizadas antes e após o período de treinamento, possibilitaram avaliar se o protocolo de 42 dias de treinamento em piscina proposto no presente estudo, modificou os parâmetros cinemáticos têmporo-espaciais durante a dinâmica de movimentação dos animais. Participaram das análises antes e após o treinamento as nove éguas do grupo treinado (T) e apenas quatro éguas do grupo não treinado (NT).

Na tabela 9 encontram-se os valores médios obtidos de comprimento, duração, velocidade e frequência de passadas. Não foram encontradas diferenças entre os grupos T e NT, nem entre testes em nenhuma das variáveis analisadas (Tukey, $p > 0,05$).

TABELA 9. Comprimento, duração e frequência de passadas (média \pm desvio padrão) durante a marcha de éguas Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico com exercício em piscina (Grupo T) ou sem atividade física regular (grupo NT).

Variável cinemática*	Avaliação	T (n=9)	NT (n=4)
Comprimento (m)	Antes	2,76 \pm 0,28	2,33 \pm 0,38
	Após 42 dias	2,58 \pm 0,32	2,65 \pm 0,34
Duração (s)	Antes	0,50 \pm 0,11	0,48 \pm 0,05
	Após 42 dias	0,58 \pm 0,16	0,52 \pm 0,05
Frequência (passadas/segundo)	Antes	2,07 \pm 0,45	2,10 \pm 0,26
	Após 42 dias	1,81 \pm 0,35	1,93 \pm 0,17

*Não houve diferença entre tratamentos (grupo treinamento na piscina ou grupo não treinado) nem entre testes (antes e após 42 dias) em nenhuma das variáveis (Tukey $p > 0,05$).

Durante a caminhada na água em esteiras aquáticas, Scott et al. (2010) relataram redução na frequência de passada com níveis mais altos de água, em relação à água na altura do casco. Da mesma forma, Greco-Otto et al. (2019) encontraram redução de 9,6% da frequência de passadas durante exercício em esteira com água na altura da articulação femuro-tibio-patelar, em relação à esteira sem água. Encontraram também, correlação entre a frequência e a aceleração do membro durante a passada na água, demonstrando que, quando exercitados na esteira aquática, os equinos dão menos passadas e as acelerações dessas passadas são amortecidas pelo efeito da água. Ou seja, o movimento ocorre com mais suavidade, facilitado pela fluabilidade e retardado pela resistência à água na esteira aquática. Devido à essas alterações do padrão de movimento demonstradas na literatura de equinos exercitando em

esteira aquática, poderia se esperar mudanças também durante a caminhada em piscina. Porém, no presente estudo, os animais foram avaliados em teste realizado fora da água, já que não era possível fazer a avaliação dos membros submersos. Além disso, pode ser que o protocolo de exercícios regulares em piscina durante apenas 42 dias não foi suficiente para alterar o comprimento, a duração e a frequência das passadas de equinos MM durante a marcha.

Em pesquisa recente, Menezes (2021) testou os efeitos do uso de dispositivo para eletroestimulação de corpo inteiro sobre o condicionamento físico e qualidade de movimentação de equinos MM. Os resultados demonstraram aumento do comprimento de passada em todos os animais, submetidos ou não à eletroestimulação. Com isso, este efeito foi associado à melhora na eficiência de movimentação dos membros, ocasionada pelo treinamento. No entanto, o protocolo de treinamento proposto neste estudo foi realizado fora da água (em terra), com os animais montados.

Em avaliação cinemática de equinos submetidos à competição de marcha, Fonseca (2018) encontrou valores médios de comprimento de passada de 1,68m. No presente estudo, essa medida foi superior tanto no grupo não treinado, quanto no grupo que treinou na piscina, nas duas avaliações realizadas (antes e após o treinamento), como pode ser evidenciado na Tabela 9. Essa diferença pode ter ocorrido porque no presente estudo, os animais avaliados possuíam baixo nível de adestramento e foram conduzidos de forma livre durante as análises cinemáticas. Já na pesquisa de Fonseca (2018), citada anteriormente, os equinos avaliados eram atletas de competição, já bem adestrados e com influência da equitação durante a apresentação da marcha.

Os valores médios do deslocamento vertical dos marcadores e ângulos articulares do membro torácico, avaliados durante a marcha, estão expostos na Tabela 10. Nenhuma diferença foi encontrada (Tukey, $>0,05$). No estudo de Menezes (2021), o treinamento físico realizado em terra com influência do cavaleiro, provocou maior elevação dos cascos dos membros torácicos, o que não ocorreu com o treinamento aquático, realizado no presente estudo.

TABELA 10. Deslocamento vertical de marcadores e ângulos articulares do membro torácico (média \pm desvio padrão) durante a marcha de éguas Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico com exercício em piscina (grupo T) ou sem atividade física regular (Grupo NT)

Variável cinemática	Avaliação	T (n=9)	NT (n=4)
Deslocamento vertical casco torácico (cm)	Antes	24,22 \pm 8,89	23,73 \pm 11,13
	Após 42 dias	26,23 \pm 3,75	33,28 \pm 4,54
Deslocamento vertical do ombro (cm)	Antes	11,50 \pm 2,51	10,38 \pm 2,45
	Após 42 dias	10,79 \pm 2,93	10,20 \pm 1,87
Deslocamento vertical da nuca (cm)	Antes	9,34 \pm 3,73	8,13 \pm 0,87
	Após 42 dias	8,68 \pm 2,26	9,40 \pm 1,78
Deslocamento vertical da face (cm)	Antes	10,21 \pm 6,01	6,85 \pm 1,93
	Após 42 dias	11,01 \pm 5,01	10,95 \pm 4,40
Ângulo mínimo do boleto torácico (°)	Antes	112,26 \pm 19,83	103,93 \pm 5,05
	Após 42 dias	102,89 \pm 10,13	115,75 \pm 8,80
Ângulo máximo do boleto torácico (°)	Antes	179,16 \pm 1,07	178,85 \pm 1,12
	Após 42 dias	179,23 \pm 0,79	179,23 \pm 0,13
Ângulo mínimo da quartela torácica (°)	Antes	141,04 \pm 10,79	132,25 \pm 5,02
	Após 42 dias	140,68 \pm 8,96	130,73 \pm 20,57
Ângulo máximo da quartela torácica (°)	Antes	179,70 \pm 0,32	179,55 \pm 0,37
	Após 42 dias	179,71 \pm 0,33	179,80 \pm 0,08
Ângulo mínimo da nuca (°)	Antes	78,70 \pm 5,71	79,98 \pm 6,36
	Após 42 dias	81,67 \pm 7,56	88,28 \pm 7,35
Ângulo máximo da nuca (°)	Antes	89,53 \pm 4,49	87,70 \pm 4,97
	Após 42 dias	92,80 \pm 7,607	99,15 \pm 9,96

*Não houve diferença entre tratamentos (grupo T ou NT) nem entre testes (antes e após 42 dias) em nenhuma das variáveis (Tukey $p > 0,05$).

Na Tabela 11 estão demonstrados os resultados obtidos para os deslocamentos verticais dos cascos do membro pélvico e da garupa, e os ângulos mínimos e máximos das articulações do jarrete e dos boletos e quartelas dos membros pélvicos. Não foram observadas diferenças entre tratamentos ou entre testes para nenhuma das variáveis analisadas (Tukey, $p > 0,5$).

TABELA 11. Deslocamento vertical de marcadores e ângulos articulares do membro pélvico (média \pm desvio padrão) durante a marcha de éguas Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico com exercício em piscina (grupo T) ou sem atividade física regular (grupo NT).

Tipo de apoio	Avaliação	T (n=9)	NT (n=4)
Deslocamento vertical casco pélvico (cm)	Antes	20,87 \pm 3,82	19,83 \pm 4,51
	Após 42 dias	19,80 \pm 2,76	20,18 \pm 8,85
Deslocamento vertical da garupa (cm)	Antes	8,38 \pm 2,96	9,28 \pm 1,87
	Após 42 dias	9,95 \pm 4,08	8,83 \pm 0,88
Ângulo mínimo do boleto pélvico (°)	Antes	105,63 \pm 8,37	113,23 \pm 10,60
	Após 42 dias	113,63 \pm 13,41	112,88 \pm 7,15
Ângulo máximo do boleto pélvico (°)	Antes	178,56 \pm 1,18	179,48 \pm 0,26
	Após 42 dias	178,93 \pm 0,83	179,45 \pm 0,34
Ângulo mínimo da quartela pélvica (°)	Antes	124,99 \pm 16,55	134,20 \pm 15,18
	Após 42 dias	134,68 \pm 14,99	132,20 \pm 6,85
Ângulo máximo da quartela pélvica (°)	Antes	179,40 \pm 0,57	178,95 \pm 0,66
	Após 42 dias	178,79 \pm 1,87	178,20 \pm 2,79
Ângulo mínimo do jarrete (°)	Antes	91,79 \pm 6,52	101,53 \pm 4,52
	Após 42 dias	93,16 \pm 7,74	95,43 \pm 4,02
Ângulo máximo do jarrete (°)	Antes	162,00 \pm 6,96	159,93 \pm 7,55
	Após 42 dias	159,30 \pm 2,93	160,60 \pm 5,59

*Não houve diferença entre tratamentos (grupo T ou NT) nem entre testes (antes e após 42 dias) em nenhuma das variáveis (Tukey $p > 0,05$).

A água pode provocar mudanças na movimentação dos membros submersos. Por esse motivo, são esperadas alterações na cinemática de animais exercitados regularmente em piscina. Além disso, no estudo de Menezes (2021), o treinamento convencional realizado em terra com éguas da raça MM montadas, modificou o comprimento da passada e o deslocamento vertical dos cascos dos membros torácicos, além de reduzir o deslocamento vertical da nuca. No entanto, nenhuma alteração foi encontrada nos parâmetros cinemáticos avaliados no presente estudo, realizado com éguas MM submetidas a treinamento ao passo em piscina três vezes por semana, durante seis semanas. É importante ressaltar que a principal característica dos exemplares da raça MM é a marcha, e a qualidade do andamento dos indivíduos, principalmente o gesto de marcha, é a avaliação com maior peso durante as competições da raça (ABCCMM, 2009). Durante as provas, as avaliações dos andamentos dos animais são realizadas de forma subjetiva, sem nenhum padrão de medidas utilizado para comparação dos animais. Dessa forma, as influências dos diferentes métodos de treinamento utilizados com equinos marchadores sobre os parâmetros cinemáticos individuais são de extrema relevância técnica, já que, qualquer alteração do padrão de movimentação pode influenciar no desempenho

e resultado nas competições. Por isso, avaliações periódicas da cinemática de animais exercitados em água podem ser importantes, mesmo que feitas com utilização de câmeras simples. Além dessas observações práticas na rotina de treinamento, mais pesquisas são necessárias para avaliar se o período superior a 6 semanas de treinamento aquático pode alterar os parâmetros cinemáticos dos equinos marchadores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protocolo de treinamento aquático ao passo em piscina própria para equinos, realizado 3 vezes por semana, durante 6 semanas, apresentou vantagens que justificam sua inclusão no treinamento de equinos MM.

Com base nos resultados das variáveis fisiológicas analisadas nos testes de marcha e de piscina, antes e após 42 dias de execução do treinamento proposto, foi possível observar adaptações relacionadas à melhora do condicionamento físico aeróbio das éguas treinadas. Além disso, os exercícios aquáticos já são conhecidos por serem de baixo impacto e pelas vantagens na prevenção de lesões e reabilitação de equinos lesionados. No presente estudo, as sessões de treino foram realizadas em sessões de curta duração, com intensidade semelhante àquela exigida em competições de marcha da raça. Dessa forma, quando incorporados na rotina de treinamento, é possível viabilizar o tempo de trabalho com treinos relativamente curtos e submeter os animais à esforço físico eficiente, capaz de estimular os sistemas corpóreos de maneira adequada para promover ganho de desempenho. É importante ressaltar a necessidade do monitoramento periódico dos animais para garantir a prescrição da dose correta de exercício e a melhora progressiva do condicionamento físico com mínimos riscos de lesões.

O protocolo de treinamento ao passo em piscina por seis semanas não foi capaz de provocar alterações relevantes nos parâmetros cinemáticos temporo-espaciais durante a dinâmica de movimentação dos animais. Mais pesquisas são necessárias para comparar as adaptações do treinamento em piscina com o treinamento convencional em terra. É preciso avaliar se, quando submetidos ao protocolo de treinamento por um período de maior duração, os animais irão demonstrar alterações nas variáveis cinemáticas.

Dessa forma, os exercícios aquáticos em piscina podem ser incluídos na rotina de condicionamento físico de equinos da raça MM, com duração de 6 semanas, com intuito de

variar os exercícios e provocar estímulos fisiológicos capazes de promover o ganho de aptidão física, sem potencial de provocar lesões ou alterar a biomecânica desses animais.

7. CONCLUSÕES

O protocolo de treinamento aquático em piscina durante 6 semanas pode ser incluído na rotina de treinamento de equinos da raça MM, já que provocou estímulos fisiológicos capazes de promover o ganho de condicionamento aeróbio e não alterou os parâmetros cinemáticos avaliados, com a vantagem de ser um exercício de baixo impacto, sem potencial de provocar lesões articulares e ósseas. São necessárias pesquisas que avaliem protocolos de treinamento na água com duração superior a 6 semanas, visando verificar as respostas dos parâmetros cinemáticos dos animais a longo prazo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. **Regulamento do serviço de registro genealógico do Cavalo Mangalarga Marchador**. Belo Horizonte: ABCCMM, 2007, 36p.

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. **Regulamento Geral para Eventos Oficializados do Cavalo Mangalarga Marchador**. Belo Horizonte: ABCCMM, 2009, 54p.

ABCCMM – Sistemas e Metodologias dos Julgamentos - Regulamento da 38^a Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador. 2019 : p 58 -67

ABRANTES, R. G. P.; REZENDE, A. S. C.; SANTIAGO, J. M.; TRIGO, P.; MELO, M. M.; FONSECA, M. G.; LAGE, J.; MOREIRA, D. C. A. Validation of a training protocol for marcha contests of the Mangalarga Marchador breed. *Bioscience Journal*, v. 31, 2015, p.1787–91. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/BJv31n6a2015-26561>

ALLEN, K. J., YOUNG, L. E., FRANKLIN, S. H. Evaluation of heart rate and rhythm during exercise. **Equine Vet Educ**, 2015. v. 28, n. 2, p. 99-112.

ALLEN, K. J.; VAN ERCK-WESTERGREN, E.; FRANKLIN, S. H. Exercise testing in the equine athlete. **Equine Vet Educ**, 2016 v. 28, n. 2, p. 89-98.

ANDERSON, T. M.; MCILWRAITH, C. W.; DOUAY, P. The role of conformation in musculoskeletal problems in the racing Thoroughbred. **Equine Vet J**. 2004; V. 36. p.563–70.

BALARIN, M. R. S., LOPES, R. S., KOHAYAGAWA, A., LAPOSY, C. B., & FONTEQUE, J. H. Values of Red Blood Cell Distribution Width (RDW) in thoroughbred horse submitted to exercise of different intensity. *Brazilian Journal of Veterinary Res. and Anim. Sci.* 2006. 43(5), 637-641. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2006.26572>

BARCELOS, K. M.; REZENDE, A. C. S.; BIGGI, M.; LANA, A. M. Q.; MARUCH, S.; FALEIROS, R. R. Prevalence of tarsal diseases in champion Mangalarga Marchador horses in the marcha picada modality and its association with tarsal angle. **J. Equine Vet. Sci.** V. 47, 2016, p. 25-30.

BARREY, E.; GALLOUX, P.; VALETTE, J.P. et al. Stride characteristics of overground versus treadmill locomotion in the saddle horse. **Acta Anat** 1993; v. 146, p. 90–94.

BORGIA, L. A.; VALBERG, S. J.; ESSEN-GUSTAVSSON, B. Differences in the metabolic properties of gluteus medius and superficial digital flexor muscles and the effect of water treadmill training in the horse. **Equine Vet J.** v. 42, 2010, p. 665–70.

BOYD, J. W. The mechanisms relating to increases in plasma enzymes and isoenzymes in diseases of animals. **Vet Clin Pathol** 1985; v 12, p. 9–24.

BRODY, S.; LARDY, H. A. Bioenergetics and Growth. *J. Phys. Chem.* 1946, 50, 2, 168–169
Publication Date:February 1, 1946 <https://doi.org/10.1021/j150446a008>

CAMPBELL, E.H. Lactate-driven equine conditioning programmes. **Vet. J.** 2011. 190, 199-207.

CARROLL, C. L.; HUNTINGTON, P. J. Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses. **Equine Vet. J.**, v. 20, n. 1, p. 41-45, 1988.

CLAYTON, H.M. *Conditioning Sport Horses*. Mason: Sport Horse Publications, 1991, 242p.

CORREIA E CASTRO, B. Claudicação na nacional: para ler e refletir. Mangalarga Marchador, a revista oficial da raça. **Revista oficial da ABCCMM.** 2011. N. 72, p. 71-4;

COUROUCE, A. Field exercise testing for assessing fitness in French Standardbred Trotters. **Vet. J.** 1999. v 157, p. 112-122.

COUROUCÉ, A.; GEFFROY, O.; BARREY, E. et al. Comparison of exercise tests in French trotters under training track, racetrack and treadmill conditions. *Equine Vet J* 1999; Suppl 30, p. 528–531.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A.E. (2008) Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Med.** 38, 297-316.

DAVIE, A.L. AND EVANS, D.J. Blood lactate responses to submaximal field exercise tests in Thoroughbred racehorses. **Vet. J.** 2000. v 159, p. 252-258.

DI FILIPPO, P. A.; MARTINS, L. P.; MEIRELES, M. A. D.; LANNES, S. T.; PEÇANHA, R. M. S.; GRAÇA, F. A. S. Gender Differences–Induced Changes in Serum Hematologic and Biochemical Variables in Mangalarga Marchador Horses After a Marcha Gait Competition. . **J. Equine Vet. Sci.** 2016. V. 43, p. 18-22.

EATON, M. D.; EVANS, D. L.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Effect of treadmill incline and speed on metabolic rate during exercise in Thoroughbred horses. 1995. **J of Appl Physiol**, v. 79, p. 951-7.

EVANS, D. Exercise testing in the field. In: HINCHCLIFF K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. (Ed.). *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Philadelphia: Elsevier, 2008. p. 13-27. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-070202857-1.50004-4>

EVANS, D. L. *Training and fitness in athletic horses*, Sidney: Rural Industries Research, 2000.

EVANS, D.L.; GOLLAND, L.C. Accuracy of Accusport for measurement of lactate concentrations in equine blood and plasma. **Equine Vet. J.** 1996. V. 28,p. 398-402.

FARINELLI, F.; REZENDE, A. S. C.; FONSECA, M. G.; LANA, A. M. Q.; PAES LEME, F. O.; KLEIN, B. O. N.; SILVA, R. H. P.; ABREU, A. P.; DAMAZIO, M. J.; MELO, M. M. *Influence of Stretching Exercices, Warm-Up, or Cool-Down on the Physical Performance of Mangalarga Marchador Horses*. *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 106, 103714, 2021.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; LACERDA NETO, J. C.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ NETO, A. Respostas ao exercício de intensidade crescente em equinos: alterações na glicose, insulina e lactato. **Ciência Animal Brasileira**, 2009. v. 10, n. 4, p. 1332-1338, out./dez. 2009.

FIRSHMAN, A. M.; BORGIA, L. A.; VALBERG, S. J. Effects of training at a walk on conventional and underwater treadmills on fiber properties and metabolic responses of superficial digital flexor and gluteal muscles to high-speed exercise in horses. **AJVR**, 2015, v. 76, n. 12, p. 1058-65.

FONSECA, M. G. *Mangalarga Marchador: estudo morfométrico, cinemático e genético da marcha batida e da marcha picada*. 2018.Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal.

FREITAS, E.V.V. Treinamento para concurso de marcha. In: Simpósio Mineiro de Equideocultura, 1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2007. p. 183–8.).

GEOR, R.J.; HINCHCLIFF, K.W.; SAMS, R.A. β -Adrenergic blockade augments glucose utilization in horses during graded exercise. **J. Appl. Physiol.**, 2000. v.89, p.1086-1098.

GODOI, F.N.; ALMEIDA, F.Q.; TORAL, F.L.B.; MIRANDA, A.L.S.; KAIPPER, R. R.; BERGMANN, J.A.G. *Repeatability of kinematics traits of free jumping in Brazilian sport horses*. *Livestock Sci*, vol. 168, 2014, p.1-8.

GRECO-OTTO, P.; BOND, S.; SIDES, R.; KWONG, G. P. S.; BAYLY, W.; LÉGUILLETTE. R. Workload of horses on a water treadmill: effect of speed and water height on oxygen consumption and cardiorespiratory parameters. **BMC Vet Res.** 2017; V 13, p. 1–9.

GRECO-OTTO, P.; BOND, S.; SIDES, R.; KWONG, G. P. S.; BAYLY, W.; LÉGUILLETTE. R. Conditioning equine athletes on water treadmills significantly improves peak oxygen consumption **Vet Record.** 2019 doi:10.1136/ vetrec-2017-104684

GREENE, N. P.; LAMBERT, B. S.; GREENE, E. S. et al. Comparative efficacy of water and land treadmill training for overweight or obese adults. **Med Sci Sports Exerc**, 2009, v.41, p.1808–15002E

HARGREAVES, B. J.; KRONFELD, D. S.; NAYLOR, J. R. J. Ambient temperature and relative humidity influenced packed cell volume, total plasma protein and other variables in horses during an incremental submaximal field exercise test. *Equine Vet. J.* 2010 v. 31, 4. P. 314-331. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03823.x>

HARRIS, P. A. Enfermidade Musculoesquelética. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M. **Medicina interna eqüina**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000. p. 327-329.

HARRIS, P. A.; SNOW, D. H.; GREET, T. R.; et al. Some factors influencing plasma AST/CK activities in thoroughbred racehorses. **Equine Vet J.**1990 Suppl; v9, p.66–71.

HODGSON, D. R.; MCCUTCHEON, L. J.; BYRD, S. K., et al. Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. **J Appl Physiol** 1993; v. 74, p. 1161–1170.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. In principles and practice of equine sports medicine. **The athletic horse**. Saunders, Philadelphia. 1994

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and External Training Load: 15 Years On. **Int J Sports Physiol Perform.** 2019 Feb 1;14(2):270-273. doi: 10.1123/ijsp.2018-0935.

JORDÃO, L. R.; REZENDE, A. S. C.; BERGMANN, J. A. G.; MELO, M. M.; COSTA, M. L. L.; MOSS, P. C. B.; AQUINO-NETO, H. M.; REZENDE, A. S. C. Effect of feed at different times prior to exercise and chelated chromium supplementation on the athletic performance of Mangalarga Marchador mares. **Equine Comparative Exercise Physiology**, v. 7, p. 133-140, 2011.

KOBAYASHI, M.; KURIBARA, K.; AMADA, A. Application of V200 for evaluation of training effects in the young thoroughbred under field conditions. **Equine Vet. J.** 1999. V. 31, Suppl. 30, p. 159-162.

KRONFELD, D.S.; FERRANTE, P.L.; TAYLOR, L.E; CUSTALOW, S.E. Blood hydrogen ion and lactate concentrations during strenuous exercise in the horse. **Equine Vet. J.** 1995. 27, Suppl. 18, p. 266-269.

LAGE, J.; FONSECA, M. G.; BARROS, G. G. M.; FERINGER-JUNIOR, W. H.; PEREIRA, G. T.; FERRAZ, G. C. Workload of official contests, net cost of transport, and metabolic power of Mangalarga Marchador horses of marcha batida or picada gaits. **J. Anim. Sci.** V 95, 2017. p. 2488–2495

LANE, J.G.; BLADON, B.; LITTLE, D.R.; NAYLOR, J.R.; FRANKLIN, S.H. Dynamic obstructions of the equine upper respiratory tract. Part 2: comparison of endoscopic findings at rest and during high-speed treadmill exercise of 600 Thoroughbred racehorses. **Equine Vet. J.** 2006. V. 38, p. 401-407.

LEHNHARD, R.A., BARTLETT, M., ROCHE, B.M., HINCHCLIFF, K.W.; MCKEEVER, K.H. Variations in lactate during a graded exercise test due to sampling location and method. **Comp. Exerc. Physiol.** 2010. 7, 81-87.

LIMA, R. A. S.; CINTRA, A. G. **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016, 56 p.

LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sports horses in practice. **Rev. Med. Vet.**, 2000. v.151, n.1, p. 611-618.

- LINDNER, A.; WASCHLE, S. W.A.; SASSE, H. H. L. Physiological and blood biochemical variables in horses exercising on a treadmill submerged in water. **J Anim Physiol an N.** 96(4), 2011, p. 563-9.
- MADSEN, M., KANTERS, J. AND BUHL, R., Heart Rate Recovery Time in Exercise Testing of Endurance Horses. **Equine Vet J**, 2014, 46: 7-7. https://doi.org/10.1111/evj.12267_19
- MARLIN, D.; NANKERVIS, K. Equine exercise physiology. 1ª ed. Wiley-Blackwell, 2002.
- MARLIN, D.J., HARRIS, R.C.; SNOW, D.H. Rates of blood lactate disappearance following exercise of different intensities. **Equine Exerc. Physiol.** 1991. 3, p.188-195.
- McCLINTOCK, S. A.; HUTCHINS, D. R.; BROWNLOW, M. A. Determination of weight reduction in horses in flotation tanks. **Equine vet. J.**, 1987, v. 19, p. 70-71.
- MCCUTCHEON, L. J., GEOR, R. J. Sweating: fluid and ion losses and replacement. In: Hinchcliff KW, ed. Veterinary Clinics of North America: equine practice; fluids and electrolytes in athletic horses. Philadelphia: WB Saunders; 1998; V14, p. 75–95.
- MCCUTCHEON, L. J., GEOR, R. J. Thermoregulation and exercise-associated heat illnesses. Cap. 41. p 919 a 933, 2013
- MCGOWAN C.M. & HOGDSON D.R. 2014. Haematology and biochemistry, p.56-68. In: Hodgson D.R., McKeever K.H. & McGowan C.M. (Eds), **The Athletic Horse**. 2nd ed. Elsevier Saunders, China.
- MCGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **Vet. Clin. North Am.:** Equine Pract. 2008. v 24, p. 405-421.
- MCILWRAITH, C. W. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. **J Equine Vet Sci**, 2004, v. 24, p. 475–9.
- MENEZES, B. D. *Desempenho físico e qualidade da movimentação de equinos Mangalarga Marchador treinados com aparelho de eletroestimulação de corpo inteiro*. 2021. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MUÑOZ, A.; BECERO, M.; SAITUA, A.; ARGÜELLES, D.; MEDINA, A.; CASTEJON-RIBER, C. Exercise in the water: should we incorporate it into training and rehabilitation programs for the sport horse?. *Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti*. 2019. V. 107. P. 1-11.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; LUCAS, R.G.; CASTEJON, F.M. Effect of training duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. **Equine Vet. J.** 2002 34, Suppl. 34, p. 245-251.

MUNSTERS, C.C.B.M.; VAN DEN BROEK, J.; WELLING, E.; VAN WEEREN, R.; VAN OLDRUITENBORGH, S.; OOSTERBAAN, M.M. Prospective study of a cohort of horses and ponies selected for participation in the European Eventing Championship: reasons for withdrawal and predictive value of fitness tests. **BMC Vet. Res.** 2013. V. 9, p. 182.

NANKERVIS, K. J.; FINNEY, P.; LAUNDER, L. Water depth modifies back kinematics of horses during water treadmill exercise. **Equine vet. J.** 2015 p. 1-5.

NANKERVIS, K. J.; LAUNDER, E. J.; MURRAY, R. C. The use of treadmills with the rehabilitation of horses. **J Equine Vet Sci**, 2017, v. 53, p.108-15.

NANKERVIS, K.J., THOMAS, S.; MARLIN, D.J. Effect of water temperature on heart rate of horses during water treadmill exercise. **Comp. Exerc. Physiol**, v. 5, 2009, p. 127- 131.

NANKERVIS, K.J.; WILLIAMS, R.J. Heart rate responses of horses during acclimation to water treadmill exercise. **Equine vet. J.**, Suppl. 36, 2006, p. 110- 112.

PICCIONE, G.; CASELLA, S.; GIANNETTO, C.; MESSINA, V. MONTEVERDE, V.; CAOLA, G.; GUTTADAURO, S. Haematological and haematochemical responses to training and competition in standardbred horses. **Comp Clin Pathol**. 2009. doi:10.1007/s00580-009-0902-z

PICCIONE, G.; GIANNETTO, G.; FAZIO F.; DI MAURO, S.; CAOLA, G. Haematological response to different workload in jumper horses. 2007 **Bulg J Vet Med**, v. 10(1), p.21–28.

POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. Highly athletic terrestrial mammals: horses and dogs. *Comprehensive Physiology*, v. 1, p. 1-37, 2011.

PRATES, R. C., H. H. C. REZENDE, A. M. Q. LANA, I. BORGES, P. C. B. MOSS, R. S. M. MOURA, AND A. S. C. DE REZENDE. Heart rate of Mangalarga Marchador mares under marcha test and supplemented with chromium. **Rev. Bras. Zootec.** 2009. V.38, p. 916–922. doi:10.1590/S1516-35982009000500019

REZENDE, A. S. C., M. G. FONSECA, L. DE RESENDE JORDÃO, F. H. F. ANGELIS, M. L. M. ALMEIDA, A. QUEIROZ NETO, G. C. FERRAZ, AND J.-L. RIVERO. 2016. Skeletal muscle fiber composition of untrained Mangalarga Marchador fillies. 2016. **J. Equine Vet. Sci.** V. 36, p. 101–104. doi:10.1016/j.jevs.2015.11.005

RIBEIRO FILHO, J. D., VIANA, R. B., MANSO FILHO, H. C., DANTAS, W. M. F., SILVA, M. O., ERMITA, P. A. N., ALVES, S. R., MONTEIRO, L. C., & COSTA, C. M. (2018). Clinical and laboratory assessment of Mangalarga Marchador horses submitted to marcha exercise. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, 40, e47418. doi: 10.29374/2527-2179.bjvm47418

ROSE, R.J.; ILKIW, J. E.; ARNOLD, K.S.; et al. Plasma biochemistry in the horse during 3-day event competition. **Equine Vet J** 1980; v 12, p.132–136

SCOTT, R.; NANKERVIS, K.; STRINGER, C.; WESTCOTT, K.; MARLIN D. The effect of water height on stride frequency, stride length and heart rate during water treadmill exercise. **Equine Vet J Suppl.** 2010 Nov;(38):662-4. doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00194.x. PMID: 21059077.

SILVA^a, T., FONSECA, M., TAVARES, R., DURSO, E.; SANTOS, K.; DOS SANTOS, M. & FERRAZ, G. VALENTE, F. (2021) Treinamento aquático nos criatórios da raça Mangalarga Marchador: entrevista a criadores e treinadores. 10.29327/SIMCAV2021.331176.

SILVA^b, T., FONSECA, M., TAVARES, R., DURSO, E.; SANTOS, K.; DOS SANTOS, M. & FERRAZ, G. VALENTE, F. (2021). Demanda cardiovascular e metabólica de exercícios na piscina para jovens equinos da raça Mangalarga Marchador. 10.29327/SIMCAV2021.331160.

SILVA^c, T., FONSECA, M., TAVARES, R., DURSO, E.; SANTOS, K.; DOS SANTOS, M. & FERRAZ, G. VALENTE, F. (2021). Atividade de enzimas musculares de jovens atletas da raça Mangalarga Marchador após exercícios na piscina. 10.29327/SIMCAV2021.331177.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; Clayton, H.M. Advantages and disadvantages of track vs. treadmill tests. *EQUINE EXERCISE PHYSIOLOGY* 5 **Equine vet. J.** 1999. Suppl. 30, p. 645-647.

STARKE, S. D.; CLAYTON, H.M. *A universal approach to determine footfall timings from kinematics of a single foot marker in hoofed animals*. Peer J., v. 3: e783, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.783>

TERRA, R. A. *Avaliação do treinamento de éguas Mangalarga Marchador submetidas a testes de esforço incremental realizados em esteira e a campo*. Dissertação (Mestrado). 2012. Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M.J.; SILVEIRA, V.F.; ALVES, A.L.G.; HUSSINI, C.A.; NICOLETTI, J.L.M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** 2007, v.44, n.3.

TOKURIKI, M.; OHTSUKI, R.; KAI, M.; HIRAGA, A.; OKI, H.; MIYAHARA, Y., AOKI, O. EMG activity of the muscles of the neck and forelimbs during diferente forms of locomotion. **Equine vet. J.**,1999. Suppl. 30, p. 231-134.

TRANQUILLE, A. C.; TACEY, J. B.; WALKER, V.A.; NANKERVIS, K. J.; MURRAY, R. C. International survey of equine water treadmills – why, when and how? **J. Eq. Vet. Sci.** 2018; V. 69, p. 34-42

TRANQUILLE, C. A.; NANKERVIS, K. J.; WALKER, V. A.; TACEY, J. B.; MURRAY, R. C. Current knowledge of equine water treadmill exercise: what can we learn from human and canine studies? **J Equine Vet Sci**, 2017; v. 50, p. 76–83.

VALBERG, S. J. Muscular Causes of Exercise Intolerance in Horses. **The Vet Clinics of North America**, v. 12, n. 3, p. 495-515, 1996.

VAN ERCK WESTEGREN, E. Value of field trials to investigate poor performance in sport horses. **Equine Vet. J.** 2014. V. 46, Suppl. 46, p. 14.

VOSS, B.; MOHR, E.; KRZYWANEK, H. Effects of Aqua-Treadmill Exercise on Selected Blood Parameters and on Heart-Rate Variability of Horses. **J. Vet. Med.** A 49, 2002, p. 137-143.

WANDERLEY, E. K.; MANSO FILHO, H. C.; MANSO, H. E. C. C. C.; SANTIAGO, T. A.; McKEEVER, K. H. Metabolic changes in four beat gaited horses after field marcha simulation. **Equine Veterinary Journal**. Suppl., n.38, p.105-109, 2010.

WEIBEL, E. R. Understanding the limitation of O₂ supply through comparative physiology. **Respir Physiol** 1999, v. 118, p. 85–93.

WILLIAMSON, L.H. et al. Biochemical changes in three-dayevent horses at the beginning, middle and end of Phase C and after Phase D. **Equine Vet J**, Supl.22, p.9298, 1996.

WYATT, F. B.; MILAM, S.; MANSKE, R. C. et al. The effects of aquatic and traditional exercise programs on persons with knee osteoarthritis. **J Strength Cond Res**, 2001; v. 15, p. 337–40.