**THAYNE DE OLIVEIRA SILVA**

# CARGAS INTERNA E EXTERNA DA ATIVIDADE AQUÁTICA PARA EQUINOS JOVENS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária para obtenção do título de *Doctor Scientiae.*

Orientador: Fabrício Luciani Valente.

Coorientadores: Guilherme de Camargo Ferraz
Mayara Gonçalves Fonseca

**VIÇOSA - MINAS GERAIS**
**2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T
S586c
2021

Silva, Thayne de Oliveira, 1990-
Cargas interna e externa da atividade aquática para equinos jovens da raça Mangalarga Marchador / Thayne de Oliveira Silva. – Viçosa, MG, 2021.
1 tese eletrônica (67 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.
Orientador: Fabrício Luciani Valente.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinária, 2021.
Inclui bibliografia.
DOI: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.223
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Mangalarga (Cavalo) - Exercício. 2. Condicionamento físico animal. 3. Natação. 4. Exercícios físicos aquáticos. I. Valente, Fabrício Luciani, 1980-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. III. Título.

CDD 22. ed. 636.10893716

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto CRB6 2523

**THAYNE DE OLIVEIRA SILVA**

# CARGAS INTERNA E EXTERNA DA ATIVIDADE AQUÁTICA PARA EQUINOS JOVENS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 30 de agosto de 2021.

Assentimento:

Thayne de Oliveira Silva
Autora

Fabrício Luciani Valente
Orientador

**Dedico aos meus pais, ao meu irmão pelo apoio, incentivo, compreensão e amor.**

**E em especial, dedico a minha mãe, meu anjo em vida!**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por estar comigo sempre! O senhor me concebeu um amor imensurável pelos cavalos e eu fiz disso minha profissão.

À minha mãe pelo amor incondicional. Tudo que sou hoje devo à senhora e ao papai. Você pode não saber, mas é meu maior exemplo! A senhora sempre me colocou mais próxima de Deus!

Ao meu pai, de quem eu herdei a paixão pelos cavalos. Obrigada por tudo!

Ao meu irmão pelo ombro amigo. Você é um ídolo para mim! Obrigada por acreditar mais em mim que eu mesma.

Aos meus familiares pela torcida.

Aos meus amigos pelo companheirismo. Vocês tornam a vida muito mais leve e divertida.

Ao Igor pelo apoio e torcida.

À Hertta, muito obrigada pelo apoio, incentivo e ajuda sempre.

Ao meu orientador Fabrício! Nunca conseguirei demonstrar o quanto sou grata a você. Obrigada pelo apoio, pelos ensinamentos, e pela boa vontade, afinal você encarou o "desafio" de trabalhar com cavalos, o que não era muito comum pra você rsrs...

Ao Programa de Pós-Graduação do DVT/UFV, em especial ao Professor Abelardo, Professora Emily, Professor Fabrício e Rosi... Jamais me esquecerei de que quando mais precisei vocês me deram todo o suporte.

À equipe que auxiliou na realização do projeto de pesquisa, pai, mãe, Ben, Rachel, Mayara, outra Mayara, Cindy, Emílio e Cintia, vocês foram excepcionais. E aos companheiros "Filhos de Fabrício" obrigada pelo apoio.

À Maria e ao Cefequi, que na reta final, me deram todo o suporte que eu precisava!

A minha coorientadora Mayara. Não sei nem por onde começar. Obrigada pela amizade, por me acalmar quando eu ligava desesperada por qualquer motivo rs... Você entrou na minha vida para confirmar que o cavalo só me traz coisas boas, ganhei uma amiga e uma orientadora. Te admiro muito e sou grata por ter você me ajudando nessa caminhada.

Ao coorientador Guilherme Ferraz, referência na área, sempre muito solícito.

Ao Haras Bavaria pela disponibilidade e boa vontade. Muito obrigada por terem aceitado que eu realizasse parte do projeto com vocês. Agradeço a todos do Haras... gerente, treinadores, tratadores, veterinários... todos me ajudaram muito!

A Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador pelo apoio a pesquisa. É muito bom poder contribuir para o crescimento da raça.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Finalmente, agradecimento especial a Universidade Federal de Viçosa, afinal vem sendo minha segunda casa desde 2009, na época do COLUNI. Obrigada pelos ensinamentos, cresci aqui. Vou levar essa experiência por toda minha vida!

*"Apesar de ser evidente a relação da capacidade fisiológica com o desempenho atlético, a ciência ainda não consegue estabelecer de onde vem a "vontade de vencer" que difere o campeão de todos os outros!"*

(HODGSON and McGOWAN, 2014)

## BIOGRAFIA

THAYNE DE OLIVEIRA SILVA, nascida dia 20 de agosto de 1990, em Brasília, DF. Filha de Marcondes José da Silva e Cláudia de Oliveira Silva, e irmã caçula de Ben-Hur Antônio de Oliveira Silva.

Em 1997 mudou-se para Paula Cândido, MG. Concluiu o ensino médio no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Viçosa (COLUNI). Graduou-se em Medicina Veterinária em 2014 pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Em agosto de 2017 concluiu o Mestrado, na área Clínica Médica Veterinária, também pela UFV. E em agosto de 2017 deu início ao Doutorado, com tese defendida no tema Fisiologia do Exercício Equino, pela UFV.

## RESUMO

SILVA, Thayne de Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2021. **Cargas interna e externa da atividade aquática para equinos jovens da raça Mangalarga Marchador.** Orientador: Fabrício Luciani Valente. Coorientadores: Guilherme de Camargo Ferraz e Mayara Gonçalves Fonseca.

Exercícios aquáticos têm sido adicionados aos protocolos de treinamento de cavalos da raça Mangalarga Marchador (MM), porém sua efetividade não foi devidamente comprovada. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos exercícios aquáticos para jovens equinos da raça MM. Para isso, o trabalho foi desenvolvido em três etapas. A primeira etapa foi a revisão sistemática com o objetivo de discutir sobre a eficácia do treinamento aquático em jovens atletas. Para isso foi utilizado o software StArt, sendo selecionados 4 artigos que resumidamente evidenciaram benefícios da atividade aquática no condicionamento (capacidade oxidativa muscular, cardiovascular e metabólica). Porém, os dados, desde número de artigos disponíveis até as metodologias utilizadas, demonstraram que há escassez de informações e que a abordagem é incompleta. A segunda etapa, por meio de um questionário, teve como objetivo descrever como os criatórios de MM no Brasil têm realizado a atividade. O questionário foi composto por perguntas sobre como, onde, frequência, duração, nível de água, objetivos e opiniões sobre o exercício na água e concluiu-se que a atividade não é realizada de forma padronizada e assim como há dúvidas, existem convicções não comprovadas sobre sua utilização. A terceira etapa foi a experimental, com o objetivo de comparar a demanda cardiovascular e metabólica de exercícios em três diferentes níveis de água e caminhador automático. Para isso, foram utilizados 11 equinos de aproximadamente três anos de idade da raça MM. Foram realizadas 4 avaliações com intervalos de sete dias entre elas: passo alongado no caminhador automático sem água; e a piscina com nível de água até o carpo, até o peito e até dois metros de profundidade para natação. Foram avaliados os seguintes parâmetros: hematócrito (Ht), proteína total (Pt) e leucócitos (Leu); creatina fosfoquinase (CK); aspartato aminotransferase (AST); frequência cardíaca (FC); frequência respiratória (FR); temperatura (TR); glicose (Gli); e lactato (Lac). Todos os parâmetros foram avaliados antes da atividade e após, de acordo com o tempo de resposta e recuperação de cada variável. Todos os parâmetros foram avaliados antes da atividade e após, de acordo com o tempo de resposta e recuperação de cada variável. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, em seguida à ANOVA de dois fatores para medidas repetidas ou ao teste de Friedman para medidas repetidas ($\alpha$= 5%). As médias foram comparadas por teste de Tukey. As demandas

cardiovascular e metabólica dos exercícios aquáticos foram maiores quando comparadas ao exercício no caminhador automático sem água, e crescentes com o aumento do nível de água. A submersão total é mais intensa e tem maior participação do metabolismo anaeróbio para obtenção de energia quando comparada à imersão parcial e exercícios sem água. Exercício aquático para jovens animais ainda deve ser melhor estudado principalmente seu efeito sobre a morfometria e biomecânica.

Palavras-chave: Cavalo. Condicionamento Físico. Natação. Exercício.

## ABSTRACT

SILVA, Thayne de Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2021. **Internal and external loads of aquatic activity for young horses of the Mangalarga Marchador breed.** Advisor: Fabrício Luciani Valente. Co-advisors: Guilherme de Camargo Ferraz and Mayara Gonçalves Fonseca.

Aquatic training has been added to horse training protocols of the Mangalarga Marchador (MM) breed, but its effectiveness was not properly proven. The aim of this work was to determine in a consolidated way the effects of training for young horses of the MM breed. For this, the study was developed in three steps. The first step has consisted of a systematic review with the purpose to discuss the effectiveness of aquatic training for young horses. For this, the StArt software was used and four articles were selected that briefly have shown benefits of aquatic activity in physical conditioning. But the data, from number of available articles to the used methodologies, demonstrate that there is a scarcity of information and that the approach is incomplete. The second step, through of a questionnaire, has aimed to describe how MM breeders in Brazil have been carrying out the activity. In the questionnaire, there were questions about how, where, frequency, duration, water level, goals and opinions about the exercise in water and it can be concluded that the activity is not standardized and the breeder have some doubts and beliefs in common. The third step was the experimental, with the purpose of make a comparison of cardiovascular and metabolic demand from exercises in three different water levels and automatic walker. For this, 11 young horses were used with approximately three years old of the MM breed. Four evaluations were carried out with seven-day intervals between them: large step on the automatic walker without water; and the pool with water level up to the carpus, up to the chest and up to two meters of depth for swimming. The following parameters were evaluated: blood count (hematocrit (Ht), total protein (TP) and leukocytes (Leu); creatine phosphokinase (CK); aspartate aminotransferase (AST); heart rate (HR); respiratory rate (RR); temperature (TR); glucose (Gly); and lactate (Lac). All parameters were evaluated before and after training, according to the time of reaction and recovery of each of them. Data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test, followed by the two-way ANOVA for repeated measures or the Friedman test for repeated measures ($\alpha$= 5%). Means were compared by Tukey test. The cardiovascular demands and metabolic of aquatic exercises were greater when were compared to the exercise in the waterless automatic walker, and increasing with the increase of the water level. The total submersion is more intense and has greater participation of anaerobic metabolism to obtain energy when compared to partial immersion and exercises without water.

Aquatic exercise for young animals still needs to be better studied mainly in its effect on morphometry and biomechanics.

Keywords: Horse. Physical Conditioning. Swimming. Exercise.

**SUMÁRIO**


**1. INTRODUÇÃO GERAL ..... 14**

1.1. Referências ..... 15

**2. CAPÍTULO 1 ..... 17**

2.1. Resumo ..... 17

2.2. Summary ..... 18

2.3. Introdução ..... 19

2.4. Material e métodos ..... 20

2.5. Resultados ..... 21

2.6. Discussão ..... 25

2.7. Conclusão ..... 28

2.8. Referências ..... 28

**3. CAPÍTULO 2 ..... 32**

3.1. Resumo ..... 32

3.2. Summary ..... 33

3.3. Introdução ..... 34

3.4. Material e Métodos ..... 34

3.5. Resultados ..... 35

3.6. Discussão ..... 38

3.7. Conclusão ..... 42

3.8. Referencias ..... 42

**4. CAPÍTULO 3 ..... 45**

4.1. Resumo ..... 45

4.2. Summary ..... 47

4.3. Introdução ..... 48

4.4. Material e Métodos ..... 49

4.5. Resultados ..... 52

4.6. Discussão ..... 55

4.7. Conclusão ..... 59

4.8. Agradecimentos ..... 59

4.9. Referências ..... 59

**5. CONCLUSÕES GERAIS ..... 63**

**6. ANEXO ..... 65**
6.1. Anexo 1 ..... 65

# 1. INTRODUÇÃO GERAL

A população brasileira de equinos é bastante relevante e o estado de Minas Gerais participa ativamente no número de animais da espécie. Mangalarga Marchador (MM) é uma raça com origem em Minas Gerais, estado que até hoje possui o maior rebanho do país. A Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) realiza anualmente a maior exposição de equinos da América Latina, a "Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador" (ROCHA, 2011). Devido ao seu temperamento dócil e andamento confortável, é a raça brasileira de maior destaque, podendo ser utilizada em diversas atividades.

As competições oficiais da raça MM para cavalos com mais de 36 meses incluem as provas de marcha, morfologia e prova funcional. Para animais com idade de 12 e 36 meses, os quesitos avaliados são marcha e morfologia, porém a avaliação da marcha é feita com o apresentador puxando o animal pelo cabresto. Já na morfologia, o potro é avaliado em estação e ao passo, sendo julgadas as características físicas dos animais a fim de identificar os indivíduos que melhor expressam o padrão da raça (ABCCMM, 2019). Se os animais já estão competindo aos três anos de idade, subtende-se que o treinamento comece antes disso, consequentemente, o condicionamento físico dos animais de forma precoce é de suma importância.

Os protocolos de treinamento estão evoluindo, visto que, além de se almejar melhor resultado em competições, a preocupação com a saúde do animal também é crescente (FERRAZ, 2007). O treinamento aquático foi relacionado com o aumento da longevidade da vida atlética de equinos (MISUMI et al., 1994). Esse aspecto é significativo para o MM, porque a maior parte dos animais da raça se aposenta cedo, quando está iniciando a fase adulta realmente (BENNETT, 2008). Do número total de animais (garanhões e fêmeas) de marcha batida e picada inscritos nas provas convencionais (marcha e morfologia) das Exposições Nacionais do MM de 2017 e 2019, apenas 25,1 e 23,8% respectivamente, tinham idade superior a seis anos. (Arquivos cedidos pela ABCCMM[1]).

O treinamento aquático é um método de condicionamento físico e reabilitação bem conhecido na medicina humana. Seus efeitos como parte do treinamento de equinos ainda divergem opiniões, enquanto alguns autores relataram efeito do treinamento aquático (MISUMI et al., 1994; KANG et al., 2012; GRECO-OTTO et al., 2019), outros não encontraram diferença (LINDNER et al., 2011; VINCZE et al., 2013; COELHO et al., 2014).

[1] Arquivos cedidos pela ABCCMM.

Na literatura encontram-se pouquíssimos trabalhos que avaliaram a atividade aquática em cavalos mais novos, são ainda mais escassos os que trabalharam com a raça MM (SOUZA e NAVARRO, 2008; COELHO et al., 2014).

O presente trabalho visou primeiramente, por meio de uma revisão sistemática, elucidar o efeito do treinamento aquática para animais jovens. O segundo passo foi descrever como a atividade tem sido realizada nos criatórios de MM no Brasil. E finalmente a parte experimental, que objetivou avaliar as demandas cardiovascular e metabólica do exercício para equinos.

Essa pesquisa partiu do princípio de que o treinamento aquático é utilizado de diferentes formas e pode influenciar positivamente no condicionamento físico dos animais. A hipótese foi que as demandas metabólica e cardiovascular são distintas quando comparadas entre diferentes alturas de água no treinamento aquático de equinos da raça MM. Dados inéditos gerados durante o estudo que servirão de embasamento científico para guiar a elaboração de protocolos de treinamento.

## 1.1. REFERÊNCIAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (2019). A associação: Estatutos e Regulamentos: Regulamento geral para eventos oficializados do Cavalo Mangalarga Marchador. Disponível em: <http://leia.abccmm.org.br/portal/regulamentos/regulamentoeventos/> Acessado em: 18 de fevereiro de 2019.

Bennett, D. (2008) Timing and rate skeletal maturation in horses - with comments on Starting Young Horses and state of the industry. Disponível em: <http://www.equinestudies.org/ranger_2008/ranger_piece_2008_pdf1.pdf> Acessado em: 11 de agosto de 2021.

Coelho, C., Drumond, B., Silva, G., Fardin, V. and Giuberti, C. R. (2014) Does swim training improve athletic performance of Mangalarga Marchador horses? *Equine Vet J*. 46, 5.

Ferraz, G.C. (2007) Fisiologia do exercício e performance equina. In Semana Acadêmica de Zootecnia da UFPR. Curitiba. Disponível em: <http://www.gege.agrarias.ufpr.br/Anais/Fisiologia.pdf>. Acessado em: 18 de fevereiro de 2019.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Bayly, W. and Leguillette, R. (2019) Conditioning equine athletes on water treadmills significantly improves peak oxygen consumption. *Vet Rec*. 186, 8, 250

Kang, O.D., Ryu, Y.C., Yun, Y.M. and Kang, M.S. (2012) Physiological changes in jeju crossbred riding horses by swim training. *Asiático-Australas J Anim Sci*. 25, 2, 200-206.

Lindner, A., Waschle, S. and Sass, H.H.L. (2011) Physiological and blood biochemical variables in horses exercising on a treadmill submerged in water. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 96, 4, 563-569.

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1994) The validity of swimming training for two year old thoroughbreds. *J Vet Med Sci*. **56**, 2, 217-222.

Rocha, E.V. (2011) Aspectos econômicos e sociais do complexo agronegócio cavalo no Estado de Minas Gerais. 140 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Souza, S.N.E. and Navarro, F. (2008) Efeitos da adição da natação nos programas de condicionamento físico em equinos da raça Mangalarga Marchador. *RBPFEX*. 2, 7, 36-54.

Vincze, A., Szabo, C., Szabo, V., Veres, S., Uto, D. and Hevesi, A. (2013) The effect of deep water aqua treadmill training on the plasma biochemical parameters of show jumpers. *Agric Conspec Sci*. **78**, 3, 289-293.

# 2. CAPÍTULO 1

## REVISÃO SISTEMÁTICA

## REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O TREINAMENTO AQUÁTICO PARA JOVENS EQUINOS

(Este capítulo encontra-se nas normas do periódico Equine Veterinary Journal)

### 2.1. RESUMO

**Razões para o estudo:** Ainda existem questionamentos sobre os efeitos benéficos do treinamento para jovens atletas equinos.

**Objetivos:** A presente revisão sistemática teve como objetivo avaliar os efeitos do treinamento aquático para o condicionamento, morfologia e biomecânica de cavalos jovens.

**Desenho do estudo:** Revisão sistemática.

**Metodologia:** Apenas artigos experimentais foram buscados. O planejamento e a execução desta revisão foram feitos com o apoio da ferramenta StArt. As fontes utilizadas foram: Pubmed, Scopus, Web of Science, Google Acadêmico, Scielo, Science Direct e Portal de Periódicos CAPES. Os critérios para seleção foram: equinos até três anos e exercício aquático utilizado como treinamento e não como tratamento.

**Resultados:** Dos 1.135 trabalhos encontrados, foram selecionados apenas quatro. Todos avaliaram condicionamento físico, dois deles analisaram morfometria e apenas um avaliou a biomecânica dos animais.

**Conclusões:** O treinamento aquático apresentou efeitos benéficos para condicionamento cardiovascular e na redução da vulnerabilidade de lesões de jovens equinos, porém não exerceu efeito sobre a morfometria desses animais.

Palavras-chave: fisiologia do exercício, cavalos, natação, condicionamento

## SYSTEMATIC REVIEW

## SYSTEMATIC REVIEW ON AQUATIC TRAINING FOR YOUNG HORSES

### 2.2. SUMMARY

**Reasons for the study:** There are still questions about the effectiveness of training for young equine athletes.

**Objectives:** This systematic review aims to assess the effectiveness of aquatic training for horse conditioning, conformation and biomechanics of young horses.

**Study design:** Systematic review.

**Methods**: Only experimental articles were searched. The planning process and the execution of this review were done with the support of the Start tool. The sources used were: Pubmed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Scielo, Science Direct and CAPES Journal Portal. The selection criteria were: horses up to three years old and aquatic exercise used as training rather than treatment.

**Results:** Of the 1.135 studies were found, only four were selected. They all have evaluated conditioning, two of them analyzed morphometry and only one has evaluated the biomechanics.

**Conclusions:** Aquatic training has beneficial effects on cardiovascular conditioning and in reducing the vulnerability of young horses injuries, but not has had an effect on the morphometry of these animals.

Keywords: exercise physiology, horses, swimming, conditioning

## 2.3. INTRODUÇÃO

O cavalo é resultado de adaptações evolutivas e criação seletiva, adquirindo velocidade e resistência, mostrando-se, assim, um exímio atleta. Sua domesticação direcionou determinadas raças para atividades específicas, como por exemplo, raças pesadas para tração e raças leves para velocidade. E assim, foram se estabelecendo as aptidões de cada raça (GERARD et al., 2014).

Para que um animal chegue preparado às competições e faça uma boa prova, além de genética e nutrição, o treinamento é fundamental. O protocolo de treinamento engloba o trabalho de condicionamento físico e treinamento técnico, buscando melhor desempenho, risco minimizado de lesões, adestramento, aprendizado, coordenação motora e senso cognitivo específicos à modalidade equestre pretendida (CLAYTON, 1991; TRIGO, 2013; FONSECA e LAGE, 2017). A maior parte dos estudos científicos avaliam condicionamento, morfologia e biomecânica separadamente, o que dificulta ainda mais classificar os protocolos de treinamento.

O exercício aquático para equinos, antes mais utilizado para reabilitação, está cada vez mais presente nas rotinas de treinamento. Nos trabalhos na área, as metodologias variam entre raça, número de amostra, idade, duração, nível de água e parâmetros avaliados (frequência cardíaca, lactato, enzimas musculares, atividade muscular, composição muscular, biomecânica e morfometria). Os resultados também não são semelhantes, sendo que alguns autores relataram efeito muscular, cardiovascular, respiratório e metabólico (McCLINTOCK et al., 1987; MISUMI et al., 1994[1,2]; MISUMI et al., 1995; HOBO et al., 1998; VOSS et al., 2002; KANG et al., 2012; BONELLI et al., 2017; GRECO-OTTO et al., 2017; GRECO-OTTO et al., 2019), enquanto outros não encontraram o esperado (LINDNER et al., 2011; VINCZE et al., 2013; COELHO et al., 2014).

ROGERS et al. (2012) sugeriram que exercitar animais jovens traz benefícios para o sistema musculoesquelético e, consequentemente para longevidade atlética, tornando o treinamento aquático uma alternativa viável para jovens equinos devido ao fato de ser mais intenso (GRECO-OTTO et al., 2019) que outras atividades, porém de menor impacto (MCCLINTOCK et al. 1987; KING et al., 2016). A hipótese foi que o treinamento aquático melhora o condicionamento sem prejudicar a morfologia e biomecânica, podendo até beneficiar esses fatores. Por isso, a realização da presente revisão foi necessária para organizar os achados científicos até o momento.

## 2.4. MATERIAL E MÉTODOS

*Elegibilidade*

Essa revisão sistemática foi conduzida com o auxílio da ferramenta StArt (State of Art through Systematic Review, Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software, Universidade Federal de São Carlos). Para iniciar, foi elaborada a questão a ser respondida por essa revisão: "Qual a efetividade/ eficácia/ eficiência do treinamento aquático para o condicionamento, morfologia e biomecânica de cavalos jovens?". A população incluída na pesquisa foi de equinos jovens (até três anos); a intervenção foi o treinamento aquático; foram considerados controles outro tipo de treinamento, nenhum treinamento ou o momento antes da implementação de treinamento aquático; o resultado seriam os efeitos sobre as variáveis relacionadas a condicionamento, morfometria e biomecânica; e, por fim, os estudos incluídos foram os experimentais.

As bases de dados consultadas foram Pubmed, Scopus, Web of Science, Google Acadêmico, Scielo, Science Direct e Periódicos da Capes. Idioma não foi utilizado com critério de exclusão ou inclusão. A busca dos artigos foi feita até 20 de julho de 2021, sendo assim artigos publicados após a data não foram considerados.

Tendo em vista que foram avaliadas questões em relação a condicionamento, morfometria e biomecânica, foram utilizados os seguintes termos nas pesquisas: (equine OR foal OR horse) AND ("water exercise" OR "water treadmill" OR hydrotherapy OR swimming) AND ("physical conditioning" OR "physiological responses" OR "metabolic responses").

*Critérios de inclusão ou exclusão*

Os critérios estabelecidos como de inclusão (I) foram: trabalhos que avaliaram o efeito do treinamento aquático sobre o condicionamento; trabalhos que avaliaram o efeito do treinamento aquático sobre a morfometria; e trabalhos que avaliaram o efeito do treinamento aquático sobre a biomecânica de equinos.

Já os critérios de exclusão (E) foram os seguintes: uso da terapia aquática como reabilitação para equinos; uso da terapia aquática em equinos com lesões; artigos de revisão; estudos com outras espécies; fuga do tema; não é artigo; idade dos animais superior a 3 anos; artigo não encontrado; entrevista; falta informação; resumo de trabalhos que foram encontrados em artigos completos.

*Extração de dados*

Depois de estabelecidos os critérios, os arquivos foram classificados por meio da avaliação do título e resumo por dois revisores, e após essa primeira seleção uma avaliação mais criteriosa foi realizada para estabelecer quais artigos seriam utilizados.

Os dados extraídos foram os seguintes: idade dos animais; número de animais; sexo; tipo de andamento; tipo de treinamento; frequência de treinamento; tipo de treinamento aquático; local do estudo; raça; avaliação morfométrica (sim ou não); avaliação biomecânica (sim ou não); avaliação metabólica (sim ou não); frequência de apoios (sim ou não); angulações (sim ou não); hemograma (sim ou não); creatina fosfoquinase (sim ou não); aspartato aminotransferase (sim ou não); frequência cardíaca (FC) (sim ou não); frequência respiratória (sim ou não); temperatura (sim ou não); glicose (sim ou não); e lactato (sim ou não).

*Análise dos dados*

Os dados extraídos dos artigos selecionados foram avaliados de forma descritiva.

## 2.5. RESULTADOS

A busca e as classificações dos artigos estão demonstradas na Figura 1. A pesquisa iniciou com 1.135 arquivos e, na fase final de extração, foram avaliados 48 artigos e selecionados apenas 4 (Tabela 1).

Artigos duplicados que não foram identificados automaticamente pelo programa StArt foram excluídos manualmente. A primeira exclusão foi feita com base no título e resumo, e a segunda por meio de leitura mais criteriosa, mais especificamente da metodologia (Figura 1).

Considerando a seleção final dos artigos (48), o principal critério de exclusão foi a idade, superior a três anos (31), e 4 deles não foram encontrados.

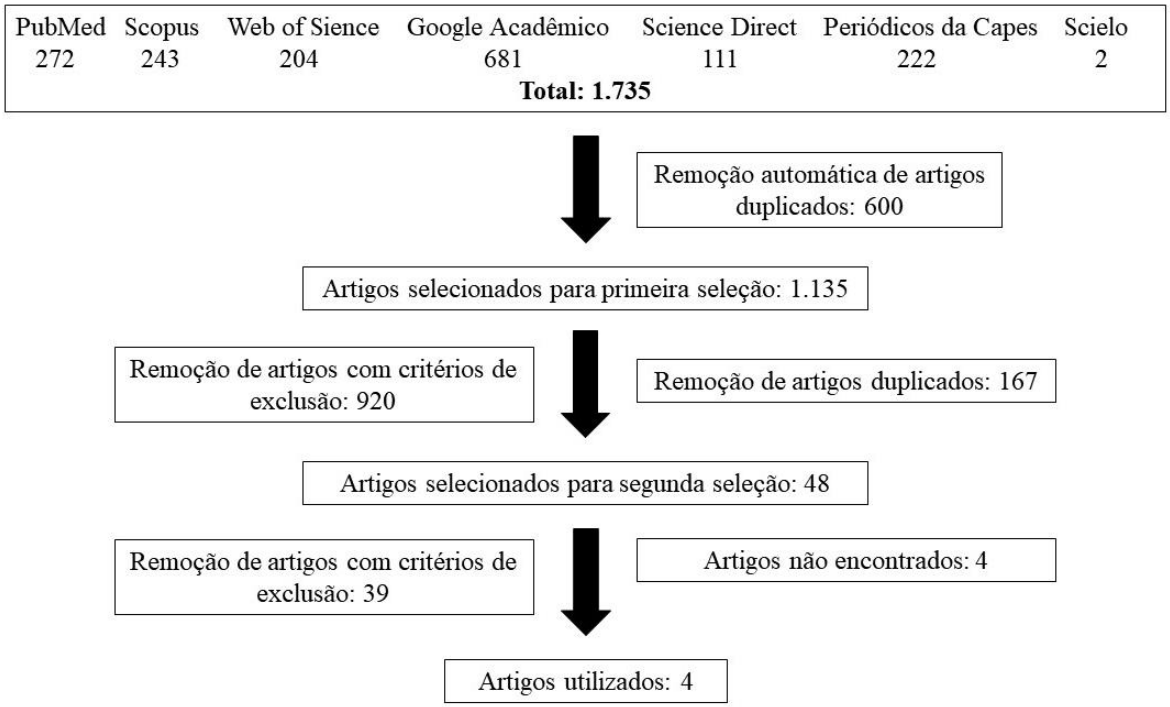



Fig 1. Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa.

Tabela 1. Identificação dos artigos selecionados

| Identificação / Título | Autor, ano e país | Idade | Grupos | Condicionamento | Morfometria | Biomecânica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Effects of aquatic conditioning on cartilage and bone metabolism in young horses | Silvers et al. (2020) EUA | 1,36 ± 0,03 anos | 3 grupos (140 dias):<br>- Controle: não exercitados;<br>- Esteira seca;<br>- Hidroesteira | SIM | SIM | NÃO |
| 2 - Changes in skeletal muscle composition in response to swimming training for young horses | Misumi et al. (1995) Japão | 2 anos | 3 grupos (150 dias):<br>- Convencional (corrida);<br>- Convencional + treino de natação progressivo<br>- Convencional + treino de natação fixo | SIM | NÃO | NÃO |
| 3 - Changes in blood lactate and heart rate in thoroughbred horses during swimming and running according to their stage of training | Misumi et al. (1994) 1 Japão | 1,60 ± 0,07 anos | Treino de natação como teste de desempenho:<br>300m de natação e velocidade diferentes | SIM | NÃO | NÃO |
| 4 - The validity of swimming training for two-year-old thoroughbreds | Misumi et al. (1994) 2 Japão | 1,50 ± 0,08 anos | 3 grupos (90 dias):<br>- Convencional (corrida);<br>- Convencional + treino de natação progressivo<br>- Convencional + treino de natação fixo | SIM | SIM | SIM |

Tabela 2. Parâmetros avaliados, resultados e conclusões.

| Artigo | Parâmetros | Resultados | Conclusão |
|---|---|---|---|
| 1 - Silvers et al. (2020) | Soro: Osteocalcina, C-telopeptídeo *crosslaps* de colágeno tipo I (CTX-1);<br>Líquido sinovial: prostaglandina E2 (PGE2), neopeptídeo de clivagem de colagenase (C2C), colagenase do tipo I e colágeno tipo II (C1, C2), e carboxipeptídeo de colágeno tipo II (CPII);<br>Radiografia do carpo;<br>Peso, altura de cernelha e altura da garupa | Não houve diferença no liquido sinovial e medidas morfométricas. No soro, apenas do grupo controle houve elevação dos parâmetros.<br>Não houve diferença entre o treino na esteira seca e hidroesteira. | Exercício forçado precoce é benéfico para produzir uma renovação óssea em cavalos jovens, enquanto a falta de exercícios pode levar a uma renovação óssea inconsistente. |
| 2 - Misumi et al. (1995) | Composição muscular (biópsia) – M. glúteo médio: Fibras de contração lenta (ST – tipo I), contração rápida pouco oxidativa (FT – tipo IIX) e contração rápida oxidativa (FTH – tipo IIA) | Houve alterações nos grupos que nadaram, sendo maior no grupo de treino progressivo:<br>FT ↓ e FTH ↑ | Melhoria na capacidade oxidativa do músculo |
| 3 - Misumi et al. (1994) 1 | Frequência Cardíaca máxima atingida no treino (FCpico), lactato (Lac) e velocidade. | Após protocolo de treinamento os valores de FCpico e Lac melhoraram | A natação pode ser utilizada como teste de desempenho |
| 4 - Misumi et al. (1994) 2 | Frequência Cardíaca máxima atingida no treino (FCpico), lactato (Lac) e velocidade;<br>Altura, circunferência e peso;<br>Investigação sobre doenças locomotoras: vulnerabilidade | Medidas morfométricas se comportaram de maneiras distintas. Os valores de FCpico e Lac melhoraram e a vulnerabilidade diminui nos treinos de natação progressiva. | A natação no protocolo de treinamento pode reduzir a vulnerabilidade a doenças locomotoras e melhorar o desempenho. |

Todos os artigos pesquisaram sobre aspectos voltados para o condicionamento, mas apenas os artigos 1 e 4 avaliaram morfometria. Já a avaliação biomecânica, somente o artigo 4 observou, mesmo que de forma simples (Tabela 1). Com exceção do artigo 1, todos os outros trabalharam com a natação, sendo que o artigo 3 utilizou a natação como teste de desempenho, ou seja, para validar um protocolo de treinamento convencional (não aquático), avaliando um treino de natação antes, durante e depois do protocolo e por meio da evolução (estimada por mensuração da frequência cardíaca e concentração de lactato) destes treinos pode comprovar a eficiência do protocolo (Tabela 2).

## 2.6. DISCUSSÃO

Três dos quatro trabalhos foram desenvolvidos pelo mesmo grupo de pesquisa há mais de 25 anos (MISUMI et al., 1994[1]; MISUMI et al., 1994[2]; MISUMI et al., 1995), sendo dois deles com metodologias semelhantes (MISUMI et al., 1994[2]; MISUMI et al., 1995). Atualmente o grupo de pesquisa de Kazuhiro Misumi da Universidade de Kagoshima possui trabalhos voltados para clínica e aqueles relacionados à fisiologia do exercício não focam mais o treinamento aquático (MIYAKOSHI et al., 2017). O grupo de pesquisa de Brittany L. Silvers trabalha com nutrição, treinamento e equitação (MUCH et al., 2020).

A data dos artigos também merece destaque: com exceção de SILVERS et al. (2020), o mais recente foi realizado há 26 anos. Sendo assim, a realização de novos e completos estudos torna-se fundamental.

Como pode-se observar, além de existirem poucos estudos sobre o assunto, apenas um dos artigos realizou a avaliação dos três aspectos (condicionamento, morfologia e biomecânica) e, deve-se ressaltar que as avaliações de morfologia e biomecânica apresentadas foram superficiais avaliando apenas peso, altura de cernelha e garupa, circunferência e vulnerabilidade a doenças locomotoras por observação visual. Uma avaliação morfométrica mais completa deve incluir mais mensurações e a análise biomecânica deve ser objetiva como encontrado no trabalho de FONSECA et al. (2018). Três dos quatro estudos selecionados avaliaram apenas uma das formas de treinamento aquático, a natação (submersão total), enquanto o único que avaliou a submersão parcial trabalhou apenas com um nível de água, a 60% da altura de cernelha. SILVERS et al. (2020) não encontraram diferenças significativas entre as atividades na esteira seca e hidroesteira com água aproximadamente a nível do peito (60% da altura) para desenvolvimento articular estudado, e assim sugeriram avaliação de outros níveis de água e outros parâmetros como FC, frequência respiratória e musculatura. Entretanto, os autores

sugeriram que o treinamento precoce, seja na esteira seca ou na hidroesteira, produziu benefícios para renovação óssea.

Os artigos 2 e 4 demonstraram que a submersão total teve efeitos positivos para o condicionamento, como melhoria na capacidade oxidativa muscular (m. glúteo médio) e desempenho (cardiovascular e metabólico), corroborando outros trabalhos que estudaram animais mais velhos e submersão parcial ou total (KANG et al., 2012; GRECO-OTTO et al., 2019). MISUMI et al. (1994[2]; 1995) comprovam o benefício da natação para a capacidade aeróbia avaliando lactato sanguíneo, frequência cardíaca e biopsia muscular, encontrando valores menores de FC e lactato, e aumento das fibras musculares FTH após o protocolo de treinamento. Além disso, ressaltaram a importância de o protocolo ser progressivo, ou seja, aumentar a frequência com o tempo, se mostrou mais eficiente que o treino fixo. Esse achado é válido porque pouco se sabe sobre protocolos de treinamento aquático, sendo assim, também é um resultado importante. O ganho no condicionamento também foi observado por outros autores que trabalharam com animais mais velhos (VOSS et al., 2002; KANG et al., 2012).

A morfometria é fundamental para o desempenho dos animais, pois a conformação (medidas lineares e angulares) está diretamente relacionada com a execução do movimento (SANTIAGO et al., 2014). Assim sendo, avaliações morfométricas são relevantes para trabalhos de desempenho, porém apenas SILVERS et al. (2020) e MISUMI et al. (1994[2]) avaliaram apenas quatro medidas. No artigo 1, não houve diferença entre os treinos, mas houve efeito de tempo, ou seja, o treinamento aquático não influenciou nessas medidas. Já o artigo 4 mostrou que houve um aumento da altura, perda de peso e diminuição da circunferência torácica nos animais após os protocolos que utilizaram a natação, mas sugeriu-se que os achados foram consequência da maior carga de treino nos grupos que nadaram, e não do treinamento aquático em si. Estes resultados corroboram os achados de SOUZA e NAVARRO (2008), que, trabalharam com a raça Mangalarga Marchador submetidos a treinos de natação e não encontraram efeitos sobre as medidas lineares. Pode-se presumir que a morfometria é uma variável que sofre interferência de outros fatores, como tempo de treinamento, nutrição e genética, sendo difícil relacioná-la exclusivamente ao tipo de treino.

Dos artigos selecionados, MISUMI et al. (1994[2]) realizaram análises próximas de uma avaliação biomecânica, pois qualquer variação na locomoção ou sinal clínico foram observados. Foi concluído que o treinamento aquático, quando incluso na rotina de treinamento, pode diminuir a vulnerabilidade a doenças locomotoras. Os trabalhos que avaliaram a biomecânica propriamente dita, como frequência e comprimento de passada, amplitude de movimento, rotações e flexões, foram realizados em hidroesteiras, e as mensurações foram feitas durante a

atividade, ou seja, avaliaram as alterações dentro d'água (SCOTT et al., 2010; MENDEZ-ÂNGULO et al., 2013; MOOIJ et al., 2013; SAITUA et al., 2020) e não o efeito do treino sobre o andamento fora d'água. Para isso, precisam-se de mais estudos.

Para avaliar o preparo do animal ou o efeito de um protocolo de treinamento, são realizados os testes de desempenho, também chamados de teste de exercício padronizado (TEP). Normalmente, esses testes são convencionais, a campo ou esteira, mas MISUMI et al. (1994[1]) demonstraram que a natação pode ser utilizada como TEP, adicionando esta utilidade para a submersão total.

Para resumir e responder o questionamento da presente revisão, o esquema da Figura 2 representa em quais aspectos o treinamento aquático foi benéfico para jovens equinos: os artigos selecionados mostraram que o exercício aquático pode melhorar a remodelação óssea e o condicionamento cardiovascular, serve como teste de exercício padronizado, pode reduzir a vulnerabilidade de lesões e, nas condições avaliadas, não exerceu efeito sobre a morfometria. Poucos artigos atenderam todos os critérios de seleção, por isso os resultados encontrados pelos autores sugerem os achados mencionados, sendo necessário mais estudos para comprovar esses achados.

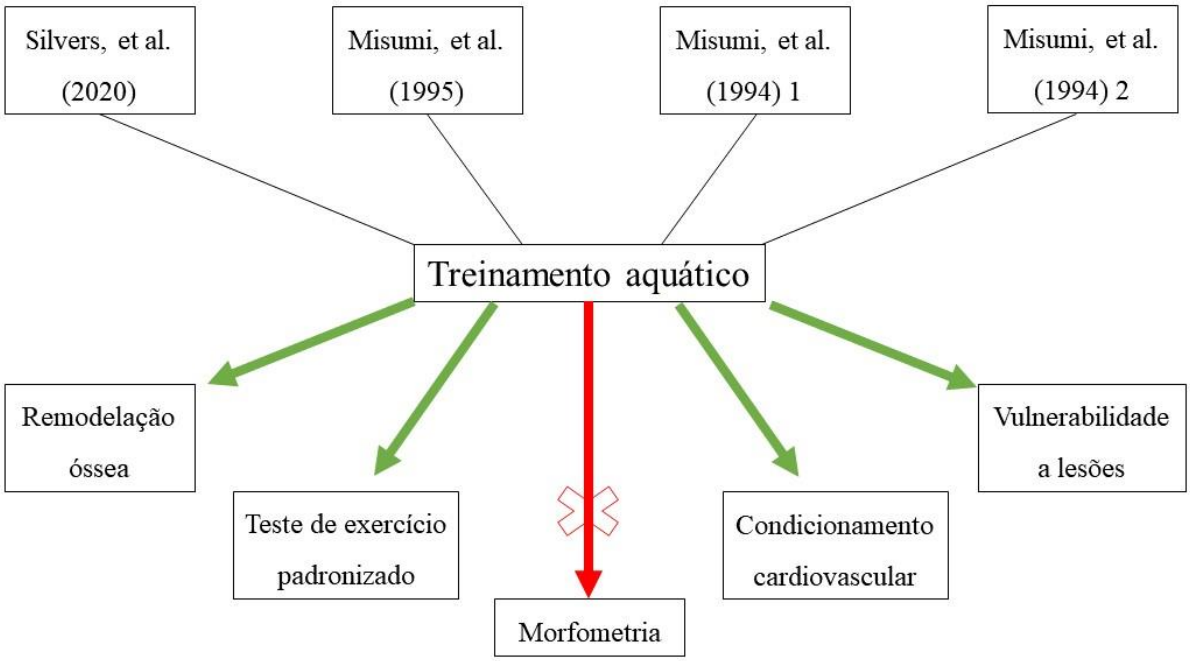



Fig 2: Esquema sobre a eficácia do treinamento aquático. Setas verdes indicam efeito positivo e seta vermelha indica ausência de influência.

## 2.7. CONCLUSÃO

Essa revisão forneceu um compilado de informações sobre treinamento aquático para jovens atletas equinos, mostrando seus benefícios, mas também que as avaliações são incompletas. A natação (submersão total) foi benéfica para condicionamento, capaz de diminuir vulnerabilidade a doenças ortopédicas, pode ser utilizado como Teste de Exercício Padronizado e nas metodologias avaliados não exerceu efeito na morfometria. Já a submersão parcial se mostrou eficiente para renovação óssea, assim como o treinamento na esteira convencional. Concluindo, o treinamento aquático além de colaborar no desempenho físico, pode contribuir no metabolismo ósseo e evitar lesões, se mostrando uma boa alternativa a ser incluída nos protocolos de treinamento de jovens equinos.

## 2.8. REFERÊNCIAS

Bonelli, F., Sgorbini, M., Meucci, V., Sighieri, C. and Baragli, P. (2017) How swimming affects plasma insulin and glucose concentration in thoroughbreds: A pilot study. *Vet J*. **226**, 1-3.

Clayton, H. M. (1991) Conditioning Principles. In: Conditioning Sport Horse. Michigan: Veterinary Practice Pub Co, cap 7. p.77-94.

Coelho, C., Drumond, B., Silva, G., Fardin, V. and Giuberti, C. R. (2014) Does swim training improve athletic performance of Mangalarga Marchador horses? *Equine Vet J*. **46**, 5.

Fonseca, M.G. (2018) Mangalarga Marchador: estudo morfométrico, cinemático e genético da marcha batida e da marcha picada. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

Gerard, M.P., De Graaf-Roelfsema, E., Hodgson, D.R. and van Der Kolk, J. H. Energetic Considerations of Exercise. (2014) In: Hodgson, D.R., McKeever, K.H and McGowan, C.M. The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine. 2.ed. Missouri: Saunders. cap.3. p.19-33.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Bayly, W. and Leguillette, R. (2019) Conditioning equine athletes on water treadmills significantly improves peak oxygen consumption. *Vet Rec*. **186**, 8, 250.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Kwong G.P.S., Bayly, W. and Léguillette, R. (2017) Workload of horses on a water treadmill: effect of speed and water height on oxygen consumption and cardiorespiratory parameters. *BMC Vet Res*. **13**, 1, Suppl **360**, 1-9.

Hobo, S., Yoshida, K. and Yoshihara, T. (1998) Characteristics of respiratory function during swimming exercise in thoroughbreds. *J Vet Med Sci*. **60**, 6, 687-689.

Kang, O.D., Ryu, Y.C., Yun, Y.M. and Kang, M.S. (2012) Physiological changes in jeju crossbred riding horses by swim training. *Asiático-Australas J Anim Sci*. **25**, 2, 200-206.

King, M.R. (2016) Principles and Application of Hydrotherapy for Equine Athletes. *Vet Clin North Am Equine Pract*. **32**, 1, 115–126.

Lindner, A., Waschle, S. and Sass, H.H.L. (2011) Physiological and blood biochemical variables in horses exercising on a treadmill submerged in water. *J Anim Physiol Anim Nutr*. **96**, 4, 563-569.

McClintocK, S.A., Hutchins, D.R. and Brownlow, M.A. (1987) Determination of weight reduction in horses in flotation tanks. *Equine Vet J*. **19**, 1, 70-71.

Mendez-Angulo, J.L., Firshman, A.M., Groschen, D.M., Ieffer, P.J., Trumble, T.N. (2013) Effect of water depth on amount of flexion and extension of joints of the distal aspects of the limbs in healthy horses walking on an underwater treadmill. *Am J Vet Res*. **74**, 4, 557-566.

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1994) Changes in blood lactate and heart rate in thoroughbred horses during swimming and running according to their stage of training. *Vet Rec*. **135**, 10, 226-228.[1]

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1994) The validity of swimming training for two-year-old thoroughbreds. *J Vet Med Sci*. **56**, 2, 217-222.[2]

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1995) Changes in skeletal muscle composition in response to swimming training for young horses. *J Vet Med Sci*. **57**, 5, 959-961.

Miyakoshi, D., Senba, H., Shikichi, M., Maeda, M., Shibata, R., Misumi, K. (2017) A retrospective study of radiographic abnormalities in the repositories for Thoroughbreds at yearling sales in Japan. *J Vet Med Sci*. **79**, 1807-1814.

Mooij, M.J.W., Jans, W., Den Heijer, G.J.L., De Pater, M., Back, W. (2013) Biomechanical responses of the back of riding horses to water treadmill exercise. *Vet J*. **198**, 120-123.

Much, M.L., Leatherwood, J.L., Martinez, R.E., Silvers, B.L., Basta, C.F., Gray, L.F. and Bradbery, A.N. (2020) Evaluation of an oral joint supplement on gait kinematics and biomarkers of cartilage metabolism and inflammation in mature riding horses. *Transl Anim Sci*. **4,** 3.

Rogers, C.W., Bolwell, C.F., Tanner, J.C., P. van Weeren, P,R. (2012) Early exercise in the horse. *J Vet Behav*. **7**, 375-379.

Santiago, J.M., Rezende, A.S.C., Lana, A.M.Q., Fonseca, M.G., Abrantes, R.G.P., Lage, J., Andrade, J.M., Resende, T.M. (2014) Comparação entre as medidas morfométricas de equinos Mangalarga Marchador de marcha batida e marcha picada.
*Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. **66**, 2, 635-639.

Saitua, A., Becero, M., Argüelles, D., Castejón-Riber, C., Medina, A.S., Satué, K., Muñoz, A. (2020) Combined effects of water depth and velocity on the accelerometric parameters measured in horses exercised on a water treadmill. *Animals*. **10**, 2, 236.

Scott, R., Nankervis, K., Stringer, C., Westcott, K., Marlin, D. (2010) The effect of water height on stride frequency, stride length and heart rate during water treadmill exercise. *Equine Vet J*. **38**, 662-664.

Souza, S.N.E. and Navarro, F. (2008) Efeitos da adição da natação nos programas de condicionamento físico em equinos da raça Mangalarga Marchador. *RBPFEX*. **2**, 7, 36-54.

Silvers, B.L., Leatherwood, J., Arnold, C., Nielsen B., Huseman, C.J., Dominguez, B., Glass, K., Martinez, R., Much, M. and Bradbery, A. (2020) Effects of aquatic conditioning on cartilage and bone metabolism in young horses. *J Anim Sci*. **98**, 8.

Trigo, P. and Rezende, A.S.C. (2013) Curso sobre treinamento do cavalo esportivo: concurso de marcha (Mangalarga Marchador). Lavras, MG: Gráfica Novo Horizonte. 78p.

Vincze, A., Szabo, C., Szabo, V., Veres, S., Uto, D. and Hevesi, A. (2013) The effect of deep water aqua treadmill training on the plasma biochemical parameters of show jumpers. *Agric Conspec Sci*. **78**, 3, 289-293.

Voss, B., Mohr, E. and Krzywanek, H. (2002) Effects of aqua-treadmill exercise on selected blood parameters and on heart-rate variability of horses. *J Vet Med A, Physiol Pathol Clin Med*. 49, 3, 137-143.

# 3. CAPÍTULO 2

## ARTIGO CIENTÍFICO

## UTILIZAÇÃO DO TREINAMENTO AQUÁTICO NOS CRIATÓRIOS BRASILEIROS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR

(Este capítulo encontra-se nas normas do periódico Equine Veterinary Journal)

## 3.1. RESUMO

**Razões para o estudo:** Equinos da raça Mangalarga Marchador são utilizados em atividades como concursos de marcha, cavalgadas e equoterapia, o que torna importante a determinação de métodos de treinamento adequados para melhorar a capacidade física e longevidade desses animais. O exercício aquático tem sido adicionado aos protocolos de treinamento de todo o Brasil, embora objetivos, métodos e resultados de sua utilização não estejam cientificamente esclarecidos.

**Objetivo:** Entender como o treinamento aquático tem sido utilizado nos criatórios brasileiros de equinos MM.

**Metodologia:** Foi enviado um questionário on-line composto por perguntas objetivas e discursivas sobre a utilização do treinamento aquático a todos os criadores registrados na Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM). As respostas foram avaliadas de forma descritiva.

**Resultados:** Houve variação nos protocolos, com predomínio de utilização de piscinas naturais. A atividade foi utilizada principalmente na preparação de animais até dois anos de idade, com frequência e duração variáveis, predominando os níveis de água na altura no peito e natação (imersão total). Os benefícios, como melhora no condicionamento e menor risco de lesões, são de conhecimento dos proprietários, já os malefícios divergem opiniões.

**Conclusões:** O treinamento aquático foi descrito como uma prática recente. A grande variação nas respostas pode indicar ausência de pesquisas, ou de divulgação de resultados.

Palavras-chave: equino, marchador, condicionamento físico, natação

## SCIENTIFIC ARTICLE

# USE AQUATIC TRAINING IN BRAZILIAN BREEDINGS OF THE MANGALARGA MARCHADOR BREED

## 3.2. SUMMARY

**Reasons for the study:** Manglarga Marchador (MM) horses are used in activities such as marcha contests, horseback riding and equine therapy, which makes it important to determine appropriate training methods to improve the physical capacity and longevity of these animals. Aquatic exercise has been added to training protocols throughout Brazil, although objectives, methods and results of its use are not scientifically clear.

**Objective:** To understand how aquatic training has been used in Brazilian MM equine farms.

**Methods:** An online questionnaire consisting of objective and discursive questions about the use of aquatic training was sent to all breeders registered with the Brazilian Association of Horse Breeders Mangalarga Marchador (ABCCMM). The answers were evaluated descriptively.

**Results:** There was a variation in the protocols, with a predominance of use of natural pools. The activity was used mainly in the preparation of animals up to two years old, with variable frequency and duration, predominantly water levels at chest height and swimming (total submersion). The benefits, such as improved conditioning and less risk of injury, are known to the owners, while the harms differ in opinions.

**Conclusions:** Aquatic training was described as a recent practice. The wide variation in responses may indicate a lack of surveys, or lack of dissemination of results.

Keywords: equine, marchador, physical conditioning, swimming

## 3.3. INTRODUÇÃO

Desde o ano de 1949, quando a Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) foi criada, já foram registrados mais de 600.000 animais. A raça está em crescimento até mesmo fora do Brasil. Existem quatro núcleos no exterior, na Alemanha, Itália, Argentina e Estados Unidos (ABCCMM, 2019[1,2]).

Para formar ou criar um campeão há grande investimento, desde a escolha dos pais, alimentação, suplementação, acompanhamento veterinário, até o treinamento. Por isso, encontrar formas de otimizar o desempenho atlético dos animais é tão importante. O treinamento tem como finalidade promover o melhor preparo e resultado possíveis nas competições, porém há crescente preocupação com a saúde e bem-estar dos animais.

Além de aliviar o estresse, principalmente de animais confinados em baias, situação que se faz presente na realidade do Mangalarga Marchador (MM), espera-se que o exercício aquático promova melhora no condicionamento físico, no desempenho cardiorrespiratório, na flexibilidade e mobilidade, ganho de força, tônus muscular, equilíbrio, coordenação e manutenção da postura (KANG et al., 2012; AGUIAR, 2016; KING et al., 2016; GRECO-OTTO et al., 2019).

Até a realização deste trabalho, apenas dois estudos sobre o treinamento aquático foram realizados. Ambos estudos testaram a natação, e os protocolos utilizados por eles não exerceram efeitos nos parâmetros de condicionamento físico e morfometria (SOUZA e NAVARRO, 2008; COELHO et al., 2014). Devido a essa escassez de dados científicos, questões relacionadas ao treinamento aquático são, muitas vezes, tratadas por senso comum, o que pode levar ao seu emprego incorreto ou interpretação equivocada de seus benefícios e malefícios. Dessa forma, faz-se relevante descrever como esse treinamento tem sido utilizado nas propriedades de todo o Brasil, sendo esse o objetivo do presente trabalho.

## 3.4. MATERIAL E MÉTODOS

*Aspectos éticos*

Estre trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (CEP-UFV) e registrado na Plataforma Brasil (CAAE - 39273020.3.0000.5153).

*Aplicação do questionário*

O questionário foi feito por meio do um aplicativo do Google, que possibilita a pesquisa on-line, e, com o apoio da ABCCMM, foi enviado por e-mail a todos os sócios criadores registrados. Além disso, houve divulgação pelas mídias sociais e representantes da equipe técnica da ABCCMM e membros do grupo de pesquisa.

*Protocolo*

O questionário foi composto por 23 questões, dentre discursivas e de múltipla escolha, sendo que 20 abordaram as condições em que o treinamento é realizado, como tipo e dimensões da piscina, largura, frequência do treino, idade dos animais, nível de água e a percepção dos respondentes quanto à eficiência e segurança dos procedimentos (ANEXO 1). Ficou disponível por aproximadamente 30 dias.

Os dados foram analisados por estatística descritiva, incluindo frequências, porcentagens, médias e desvios padrão conforme o mais apropriado para a variável.

## 3.5. RESULTADOS

Centro e três respondentes retornaram os questionários, dos quais 48,5% (50) declararam realizar treinamento aquático. Todas as respostas descritas são provenientes dos criatórios que utilizam o treinamento aquático. 48% dos criatórios emprega o treinamento aquático há menos de três anos e apenas 18% o utilizam por mais de 10 anos (Figura 1A). A idade em que os animais começam nessa atividade foi variável (Figura 1B), entretanto, a maioria (62%) inicia o treinamento aquático antes dos dois anos de idade.

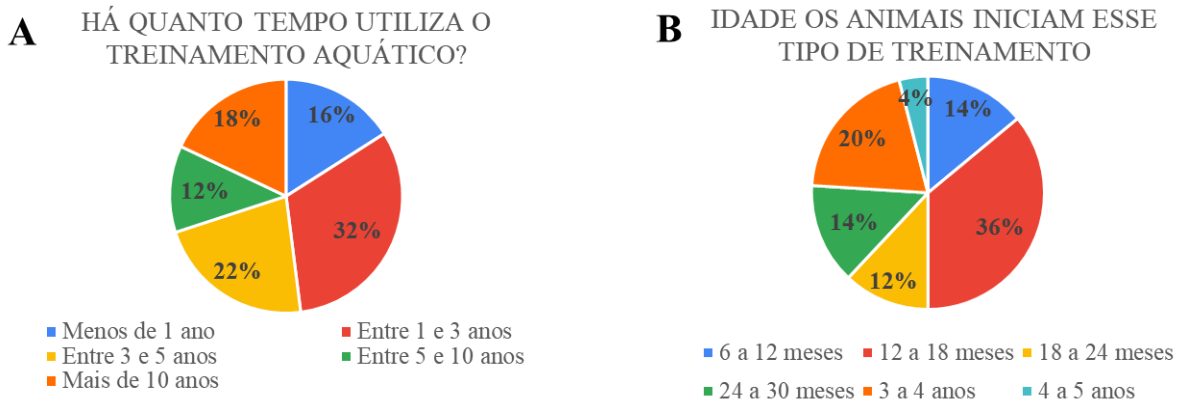



Fig 1: Percentual de respostas de criadores e treinadores da raça Mangalarga Marchador que utilizam treinamento aquático A) Há quanto tempo na propriedade; B) Idade de início do treinamento aquático.

Sobre a forma como o treinamento é utilizado, 52% utilizam piscina natural (açudes, tanques e córregos) e 48% piscina artificial (construída). As dimensões das piscinas também foram pesquisadas. Sobre as piscinas naturais, informaram apenas a extensão total do rio ou do açude, e não apenas o trecho utilizado no treinamento, dificultando assim, a obtenção deste dado. Para uma melhor padronização das respostas sobre as piscinas artificiais, foi incluída junto ao questionário uma ilustração demonstrando como normalmente são construídas, facilitando a obtenção de respostas objetivas (Figura 2). As médias (± desvio padrão) para o comprimento, largura 1, largura 2 e profundidade foram respectivamente 33,75±3,40 m, 1,77±0,51 m, 3,10±0,94 m e 2,03±0,74 m.

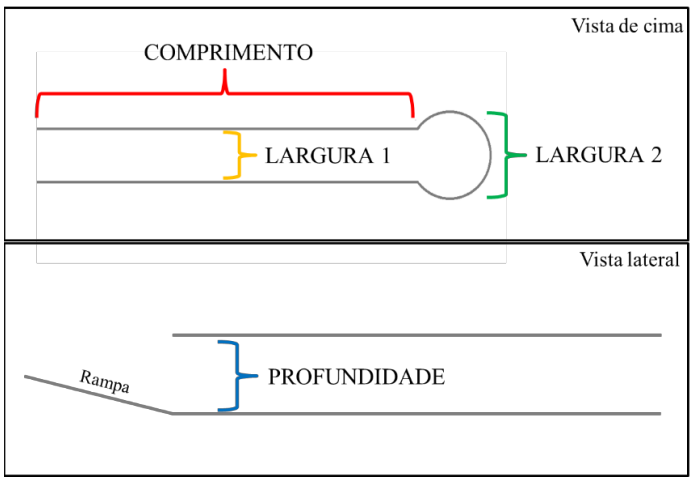



Fig 2: Croqui para definições das medidas solicitadas.

Os objetivos almejados com a utilização do treinamento aquático foram questionados em questão aberta e as respostas foram semelhantes, 74% citaram a melhora do condicionamento físico, da resistência e da condição cardiorrespiratória. O fato de ser um exercício fisioterápico, capaz de reduzir riscos de lesões, de baixo impacto para estruturas musculoesqueléticas, possível de ser realizada por animais lesionados e reduzir o estresse foi lembrado por 52% questionados. O ganho muscular foi citado em 62% das respostas.

Com relação ao nível de água utilizado nos treinamentos, 34% dos criatórios utilizam mais de um nível. A altura do peito foi o nível mais mencionado (45,5% das respostas) seguido pela natação (imersão total, 26%), altura do joelho (carpo, 13%), cernelha (11,6%), boleto (2,6%) e tuberosidade coxal (1,3%). A frequência semanal e a duração da sessão de treino na água variaram entre os criatórios (Figuras 3A e 3B), sendo que 16% deles ajustam a frequência e a duração de acordo com o nível de condicionamento do animal, enquanto 84% estabelecem a mesma rotina, independente do animal.

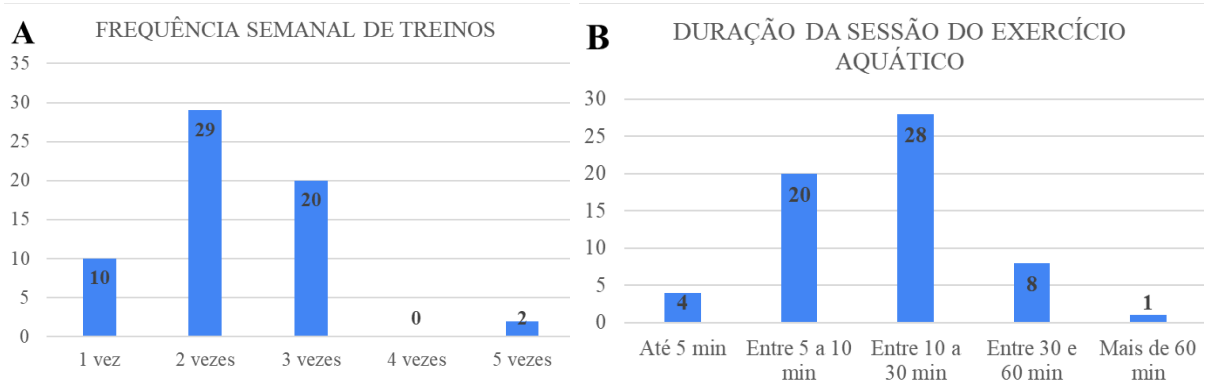



Fig 3: Número de respostas de criadores e treinadores da raça Mangalarga Marchador que utilizam treinamento aquático A) Frequência semanal de treinos; B) Duração da sessão do exercício aquático.

Outro dado relevante é que 48% das propriedades que utilizam o treinamento aquático assumem que iniciaram e permanecem com a atividade sem a indicação ou inspeção de um médico veterinário. Em relação à percepção de segurança do exercício, foi determinada uma escala de 1 a 5, sendo 1 considerado como muito perigoso (não recomendo) e 5 muito seguro (sem restrições), 50% das respostas consideraram o exercício muito seguro (5), 36% escolheram o número 4 da escala, 12% escolherem o 3, 2% escolheram o número 2 e ninguém considerou a exercício muito perigoso a ponto de não recomendar. As respostas entre 2 e 4 foram justificadas pelo receio de afogamento, preparo dos animais e das pessoas que conduzem a

atividade, em casos de piscinas naturais o risco de acidentes com artefatos e outros animais que podem estar na água, nas piscinas artificiais risco de acidente ao sair ou entrar (escorregar) e risco de prejudicar o andamento.

Para entender melhor os motivos da utilização desse tipo de treinamento, foi solicitado que descrevessem os benefícios e malefícios da atividade. Os benefícios foram os mesmos citados nos objetivos, mencionados anteriormente. Já como malefícios, os aspectos alegados foram aumento muscular excessivo, receio de estimular momentos de suspensão e de apoios diagonais durante o andamento (o que não é condizente com o andamento da raça), abrasão do casco, dermatites, gesto exagerado de membros torácicos, e particularmente em relação a natação os receios são referentes a "inversão" da coluna, perda do engajamento dos membros pélvicos, desenvolvimento exagerado da musculatura do pescoço, dorso-lombo e peito, prejudicando assim a morfologia e a marcha.

Foi questionado sobre o quão intenso o exercício de natação é, 50% acreditam ser um exercício muito intenso, 38% categorizaram como intenso e os 12% restantes como moderado. Ainda sobre a utilização da natação, foi questionado para aqueles que não a utilizam (60%) o motivo para essa restrição e, em 53,3% dos casos, foi devido ao receio de atrapalhar a morfologia e o andamento. A falta de experiência com a técnica, ou falta de estrutura apareceram em 23,7% e o receio de acidente, afogamento e forçar excessivamente o animal apareceram em 20% das respostas.

## 3.6. DISCUSSÃO

Foram obtidas 103 respostas, destas 50 utilizam o treinamento aquático. Considerando o número de 13.732 sócios contribuintes (criadores)[2] da ABCCMM na realização do estudo, apenas 0,75% responderam ao questionário on-line, porém o número de expositores gira em torno de 5% dos criadores[2], ou seja, aproximadamente 687 contribuintes, então comparando com esses sócios que levam seus cavalos a competições o número de respostas passa a 15%. Para aqueles que não responderam deve-se levar em consideração que muitos podem não ter visto o e-mail enviado pela Associação ou ao verem o tema do assunto aqueles que não utilizam não tiverem interesse em abrir.

Os resultados demonstraram que a utilização do treinamento aquático é recente, mais de 70% começaram há menos de cinco anos. Porém, o assunto já foi tema de estudos nas décadas

[2] Dados cedidos pelo ABCCMM.

de 1970 e 1980 em outras raças (LITTLE, 1972; IMAHARA, 1976; MURAKAMI, et al., 1976; NICHOLL, et al., 1978; IRWIN, et al. 1980).

A idade em que os animais iniciam esse treinamento está relacionada à compreensão de criadores e treinadores quanto ao possível benefício que esse exercício pode trazer, e coincide com as idades regulamentadas para participação nas competições da raça MM. Alguns consideraram que o início precoce pode proporcionar condicionamento físico com risco minimizado de lesões, aspectos confirmados por MISUMI et al. (1994[1]). Outros julgaram ser uma atividade muito intensa para potros, optando por iniciar animais com maior maturidade física, pensamento próximo aos dos treinadores que participaram da pesquisa de STEEL et al. (2019) e que alegam que a natação não é indicada para animais jovens (até dois anos), sendo esse o segundo maior motivo para não utilizarem a atividade no protocolo de treino desses animais. A divergência em relação a idade pode estar relacionada ao fato de que a maioria das pesquisas com o treinamento aquático foram realizadas com animais mais velhos, sendo poucos os trabalhos com idade inferior a três anos (MISUMI, et al., 1994[1,2]; MISUMI, et al., 1995; SILVERS, et al., 2020).

O início do treinamento aquático na raça MM foi por meio de piscinas naturais, e possivelmente devido aos bons resultados, as piscinas artificiais foram ganhando espaço (Comunicação pessoal[3]). Outro aspecto importante em relação as piscinas naturais é que pela dificuldade maior em controlar o nível de água, era esperado que nessas propriedades a submersão total fosse a mais utilizada, mas não, o nível do peito foi o mais citado. Nas piscinas naturais a natação foi mencionada por 9 entrevistados, enquanto que nas piscinas artificiais 10 mencionaram a utilização deste nível de água. A artificial tem como desvantagem o custo superior, mas tem como vantagens o melhor controle do nível de água, tempo, distância e maior controle sobre possíveis acidentes. Os valores informados para comprimentos, larguras e profundidade das piscinas artificiais sugerem a dimensão média seja de aproximadamente 33m de comprimento, com 1,80m de largura em sua extensão, 3m de largura nos viradores e 2m de profundidade. Não existe um modelo padrão, acredita-se que o proprietário adapte o tamanho da piscina a sua disponibilidade financeira e de terreno. Quando comparado ao estudo de STEEL et al. (2019) percebe-se diferença em relação ao formato da piscina. Na Australia a maior parte delas é circular, formato que não foi mencionado por nenhum criatório brasileiro. Apesar da aparente praticidade da piscina circular, uma corrente pode ser formada pelo deslocamento do equino, provocando um redemoinho que pode reduzir o esforço de

[3] Opiniões de criadores obtidas de maneira informal.

movimentação do cavalo e consequentemente diminuição da intensidade da atividade (STEEL et al., 2019). Apesar de não ter sido mencionada pelos questionados, os exercícios na água também podem ser realizados em hidroesteiras, que são equipamentos que necessitam de menor espaço para instalação que as piscinas, permitem controle de velocidade e de nível de água, mas não possibilitam a submersão total.

No que se referem aos objetivos do treinamento aquático, as opiniões foram condizentes com os benefícios comprovados por MISUMI et al. (1994[1]), KANG et al. (2012) e GRECO-OTTO et al. (2019) em relação ao potencial de melhorar condicionamento, por AGUIAR (2016) em relação ao alívio de estresse, por MISUMI et al. (1994[1]) em relação à prevenção de lesões, e por MISUMI et al. (1995) em relação à mudança na musculatura. Esses objetivos também foram mencionados pelos treinadores australianos (STEEL et al., 2019). Os treinadores respondentes da pesquisa de TRANQUILE et al. (2018) relataram também impressão de aumento de força, condição, aptidão e uma melhora no desempenho geral após o treino aquático em hidroesteira.

Quando questionado sobre o nível de água, a altura que esses animais treinam, alguns utilizam apenas um, enquanto outros utilizam praticamente todas, sendo a altura do peito a mais utilizada, seguida pela natação, carpo, boleto e tuberosidade coxal. Essa variação foi justificada por diversos motivos como a disponibilidade de água, diferentes idades, diferentes objetivos ou estruturas anatômicas exigidas. Os resultados encontrados por TRANQUILE et al. (2018) indicaram que o nível de água mais utilizado pelos respondentes foi o jarrete, diferente ao que foi encontrado no presente estudo, contando que a altura do carpo é próxima a do jarrete, esse nível foi o terceiro mais usado. Essa variável é muito importante, visto que o nível de água pode ter mais influência na intensidade do exercício do que a velocidade, sendo sugerido que os protocolos em velocidades lentas devem incorporar níveis de água elevados e vice-versa (GRECO-OTTO et al., 2017). Para cavalos de marcha, resta verificar o efeito desse tipo de exercício na morfologia e andamento.

A frequência e duração também foram variadas, dependendo da idade, preparo e proximidade de competições. Os treinadores premiados da Australia (STEEL et al., 2019) sugeriram, empiricamente, uma fase de aclimatação de 3 semanas, 4 a 5 minutos de natação após o trabalho leve e até 7 a 10 minutos uma ou duas vezes para substituir o trabalho no solo. Também houve treinadores que treinam de 4 a 8 minutos três ou quatro vezes por semana. E outra variação possível, que não foi citada na presente pesquisa, foi o treino intervalado, em que momentos de natação (5 a 10 minutos) são intercalados com momentos de descanso (1 a 5 minutos). Dessa forma, a duração e a frequência semanal também variaram em outros estudos.

A duração de treino mais utilizada pelos criadores de MM foi de 15 a 30 min, próxima ao encontrado por TRANQUILE et al. (2018) que foi de aproximadamente 23 min, e superior à duração de 4 a 10 minutos descrita por STEEL et al. (2019). É importante ressaltar que as propriedades em que os animais treinam na água 5 vezes por semana, a duração do treino é de 5 a 10 minutos.

Quarenta e oito porcento dos criatórios assumiram que iniciaram e permanecem com a atividade sem a indicação ou inspeção de um médico veterinário, tornando evidente que a prática tem sido utilizada sem critérios técnicos. STEEL et al. (2019) encontraram em sua pesquisa que a maior parte dos treinadores utilizou o protocolo que aprendeu de outro treinador, reforçando o empirismo nesse aspecto.

Quando questionado o nível de segurança da atividade nenhum dos entrevistados julgou a atividade como muito perigosa a ponto de não indicar a realização, visto que todos que responderam ao questionário até essa parte utilizaram o treinamento aquático em sua propriedade. A metade delas considerou o exercício muito seguro (sem restrições). Já a outra metade levou em consideração possíveis acidentes por inexperiência do animal ou condutor e acidentes em piscinas naturais com artefatos, cobras por exemplo.

Foi solicitada também a opinião sobre os possíveis benefícios e malefícios do treinamento aquático. Os benefícios foram semelhantes aos objetivos. E em relação aos aspectos negativos foi evidenciada a percepção de que a natação é prejudicial a marcha e morfologia da raça MM, embora a natação tenha sido o segundo nível de água mais utilizado pelos questionados. O receio em relação ao possível prejuízo que pode causar no andamento foi reafirmado como motivo pelos questionados que não utilizam a natação. Essa não é uma preocupação dos australianos (STEEL et al., 2019), pois apenas 6% deles acreditam que a natação possa trazer prejuízos a coluna, a ponto de "inverter" a frente, mas admitem que a opinião é empírica e há falta de estudos na área. Essas suposições reforçam a escassez de estudos na área, e tornam possível a inutilização de uma atividade baseada em crenças sem comprovação científica. Apesar de WALMSLEY et al. (2011) relatarem que episódios de cólica podem acontecer após sessões de natação, essa queixa não foi lembrada no presente estudo. Das queixas mencionadas, alterações nos padrões de movimento, dermatites e prejuízos aos cascos também foram encontradas por TRANQUILE et al. (2018).

Apesar de 50% dos criatórios brasileiros entrevistados acreditarem que a natação é um exercício muito intenso, existem trabalhos (THOMAS et al., 1980; HOBO et al., 1998) que sugerem que a intensidade da atividade competitiva do animal é mais extenuante que o exercício na submersão total. Além disso, é bom para o desempenho que algum treino seja de mesma

intensidade da prova, e a natação entra como alternativa por ser uma variação do treino convencional, ajudando até a minimizar o estresse.

Após a análise dos resultados, pode-se perceber que o este questionário abordou aspectos que não foram abordados por outros autores como abranger tanto a submersão total quanto parcial, idade para iniciar a atividade, há quanto tempo utilizam e dimensões de piscina. Por outro lado, outros trabalhos questionaram pontos relevantes como velocidade, como é a condução do animal (livre, um condutor lateral ou dois condutores em ambos os lados) e como funciona a aclimatação, ou habituação do animal e até mesmo o uso de sedativos (TRANQUILE et al., 2018; STEEL et al., 2019). Os resultados encontrados, somados às informações de TRANQUILE et al. (2018) e STEEL et al. (2019), indicaram que grande variação entre protocolos e opiniões sobre a utilização do treinamento aquático seja por imersão parcial ou total (natação). Dessa forma, estudos experimentais devem ser realizados para que veterinários tenham mais segurança para incluir a atividade nos protocolos de treinamento.

## 3.7. CONCLUSÃO

O treinamento aquático é uma prática recentemente incluída na rotina dos criatórios da raça MM no Brasil, com predomínio de utilização de piscinas naturais. É utilizado principalmente na preparação de animais jovens (até dois anos de idade) com frequência e duração variáveis, predominando os níveis de água na altura no peito e natação (imersão total). Os benefícios mencionados pelos dos proprietários foram confirmados na literatura, já os malefícios divergem opiniões, assim como a utilização da natação. A variação nas respostas pode indicar ausência de pesquisas, ou de divulgação de resultados.

## 3.8. REFERÊNCIAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. 2019. A associação: História da ABCCMM. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/quemsomos>. Acessado em 17 de maio de 2020.[1]

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. 2019. O MM em números. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/leitura?id=9525>. Acessado em 17 de maio de 2020.[2]

Aguiar, D.F. (2016) Hidroterapia E Natação Para Cavalos De Esporte. In: Informativo Equestre. Disponível em: <http://informativoequestre.com.br/hidroterapia-e-natacao-paracavalos-de-esporte/>. Acessado em: 18 de fevereiro de 2019.

Coelho, C., Drumond, B., Silva, G., Fardin, V. and Giuberti, C.R. (2014) Does swim training improve athletic performance of Mangalarga Marchador horses*? Equine Vet J*. **46**, 5.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Bayly, W. and Leguillette, R. (2019) Conditioning equine athletes on water treadmills significantly improves peak oxygen consumption. *Vet Rec*. **186**, 8, 250.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Kwong G.P.S., Bayly, W. and Léguillette, R. (2017) Workload of horses on a water treadmill: effect of speed and water height on oxygen consumption and cardiorespiratory parameters. *BMC Vet Res*. **13**, 1, 1-9.

Hobo, S., Yoshida, K. and Yoshihara, T. (1998) Characteristics of respiratory function during swimming exercise in thoroughbreds. *J Vet Med Sci.* 60, 6, 687-689.

Imahara, T. (1976) Swimming pool for horses. *Exp. Rep. Equine Huh Lab*. 13, 79-82.

Irwin, D.H. G., Howell, D.W. (1980) Some thoughts on swimming horses in a pool. *JS Afr Vet Assoc*. 51, 3, 189-191.

Kang, O.D., Ryu, Y.C., Yun, Y.M. and Kang, M.S. (2012) Physiological changes in jeju crossbred riding horses by swim training. *Asiático-Australas J Anim Sci*. **25**, 2, 200-206.

King, M.R. (2016) Principles and Application of Hydrotherapy for Equine Athletes. *Vet Clin North Am Equine Pract*. **32**, 1, 115–126.

Little, G.M. (1972) Swimming pool for horses. *United States Patent*. 1-5.

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1994) The validity of swimming training for two year old thoroughbreds. *J Vet Med Sci*. **56**, 2, 217-222.[1]

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1994) Changes in blood lactate and heart rate in thoroughbred horses during swimming and running according to their stage of training. *Vet Rec*. 135, 10, 226-228.[2]

Misumi, K., Sakamoto, H. and Shimizu, R. (1995) Changes in skeletal muscle composition in response to swimming training for young horses. *J Vet Med Sci*. **57**, 5, 959-961.

Murakami, M., Imahara, T., Inui, T., Amada, A., Senta, T., Takagi, S., Kubo, K., Sugimoto, O., Watanabe, H., Ikeda, S. and Kameya, T. (1976) Swimming exercises in horses. *Exp. Rep. Equine Hlth Lab*. 13, 27-49

Nicholl, T.K., Fregin, G.F. and Gerber, N.H. (1978) Swimming - a method to study the physiologic response of the horse to exercise. *JS Afr Vet Assoc*. **49**, 4, 313-315.

Silvers, B.L., Leatherwood, J., Arnold, C., Nielsen B., Huseman, C.J., Dominguez, B., Glass, K., Martinez, R., Much, M. and Bradbery, A. (2020) Effects of aquatic conditioning on cartilage and bone metabolism in young horses. *J Anim Sci*. **98**, 8.

Souza, S.N.E. and Navarro, F. (2008) Efeitos da adição da natação nos programas de condicionamento físico em equinos da raça Mangalarga Marchador. *RBPFEX.* **2**, 7, 36-54.

Steel, C.M, Bond, B.M. and Morrice-West, A.V. (2019) Survey of trainers on the use of swimming exercise for Standardbred racehorses in Australia. *Aust Vet J*. **97**, 3, 61-67.

Thomas, D.P., Fregin, G.F., Gerber, N.H. and Ailes, N.B. (1980) Cardiorespiratory adjustments to tethered-swimming in the horse. *Pflugers Arch.* **385**, 1, 65-70.

Tranquille, C.A., Tacey, J.B., Walker, V.A., Nankervis, K.J. and Murray, R.C. (2018) International survey of equine water treadmills – why, when and how? *J Equine Vet Sci*. **69**, 34-42.

Walmsley, E., Steel, C., Haines, G., Lumsdenc, J. and O'Sullivanc, C. (2011). Colic after swimming exercise in racehorses: an investigation of incidence, management, surgical findings and outcome. *Aust Vet J*. **89**, 180–183.

# 4. CAPÍTULO 3

## ARTIGO CIENTÍFICO

## DEMANDAS CARDIOVASCULAR E METABÓLICA DE EXERCÍCIOS EM PISCINA PARA JOVENS EQUINOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR

(O presente capítulo se encontra nas normas do periódico Equine Veterinary Journal)

## 4.1. RESUMO

**Razões para o estudo:** As competições da raça Mangalarga Marchador (MM) começam com animais ainda jovens, por isso o condicionamento físico é de suma importância. Exercícios aquáticos têm sido adicionado nos protocolos de treinamento, porém é necessário o conhecimento da intensidade desses exercícios para equinos jovens.

**Objetivo:** Avaliar as demandas metabólica e cardiovascular de quatro diferentes tipos exercício (um no caminhador sem água, dois caminhando na água e um nadando).

**Metodologia:** Onze animais (3,3±0,1 anos de idade) passaram por quatro avaliações de exercícios com intervalos de sete dias entre elas: caminhador, água no nível do joelho, no nível do peito e natação. Foram avaliados hematócrito (Ht), proteína total (PT), leucócitos (Leu), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura (TR), glicose (Gli), lactato (Lac), creatina fosfoquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST), antes (T0 e T1), no imediatamente ao término (T2) e após (T3, T4, T5, T6, T7 e T8). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, em seguida à ANOVA de dois fatores para medidas repetidas ou ao teste de Friedman para medidas repetidas. As médias foram comparadas por teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

**Resultados:** As demandas cardiovascular e metabólica dos exercícios na água em piscina foram maiores que o exercício convencional (caminhador automático sem água) e crescentes com o aumento do nível de água. A natação apresentou a maior demanda cardiovascular e metabólica, com participação do metabolismo anaeróbio para obtenção de energia. Não houve diferença na atividade de enzimas musculares dos animais quando submetidos aos diferentes exercícios.

**Conclusão:** O exercício aquático é mais intenso quando comparado ao exercício convencional do caminhador automático, sendo a submersão total a atividade de maior intensidade. A atividade na água pode ser uma boa alternativa para ser incluída nos protocolos de preparação física de equinos MM.

Palavras-chave: cavalos; condicionamento físico; fisiologia do exercício; natação

## SCIENTIFIC ARTICLE

# CARDIOVASCULAR AND METABOLIC DEMANDS OF POOL EXERCISES FOR YOUNG HORSES OF MARCHADOR MANGALARGA BREED

## 4.2. SUMMARY

**Reasons for the study:** Mangalarga Marchador (MM) breed competitions start with young animals, that is why the physical conditioning is of paramount important. Aquatic exercises have been added to the protocols of training, but knowledge of the intensity of these exercises for young horses is needed.

**Objective:** Assess the metabolic and cardiovascular demands of four different types of exercise (one in the waterless walker, two walking in the water and one swimming).

**Methods:** Eleven animals (3,3 ± 0,1 years old) have been undergone by four evaluations of exercises with seven-day intervals in between: walker, water at knee level, at chest level and swimming. Exams done: Hematocrit (Ht), total protein (TP),
leukocytes (Leu), heart rate (HR), respiratory rate (RR), temperature (TR), glucose (Glu), lactate (Lac), creatine phosphokinase (CK) and aspartate aminotransferase (AST), before (T0 and T1), immediately at the end (T2) and after (T3, T4, T5, T6, T7 and T8). Data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test, followed by the two-way ANOVA for repeated measures or the Friedman test for repeated measures (α=5%). Means were compared by the Tukey test.

**Results:** The cardiovascular and metabolic demands of water exercises in swimming pool were greater than those of conventional exercise (automatic walker without water) and increased with the increase in the water level. Swimming had the largest cardiovascular and metabolic demand, with participation of anaerobic metabolism to obtain energy. There was no difference in the activity of muscle enzymes of animals when subjected to different exercises.

**Conclusion:** The aquatic exercise is more intense when it is compared to conventional exercise of automatic walker, and total submersion activity being the most intense. The activity on the water can be a good alternative to be included in MM horse fitness protocols.

Keywords: horses; physical conditioning; exercise physiology; swimming

## 4.3. INTRODUÇÃO

Mangalarga Marchador (MM) é a raça de origem brasileira de maior destaque nacional. Pela beleza, comodidade e bom temperamento, países como Estados Unidos, Alemanha, Argentina e Itália já possuem núcleos de criação. A Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) realiza anualmente a maior exposição de equinos da América Latina, a "Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador" (ROCHA, 2011). O MM tem como andamento característico a marcha, andamento natural, isento de momentos de suspensão justificando assim a comodidade. Possui duas variantes, a marcha batida e marcha picada que se diferem pela frequência de apoios.

As competições oficiais da raça MM para cavalos com mais de 36 meses incluem as provas de marcha e morfologia. Para animais com idade entre 12 e 36 meses, os mesmos quesitos são avaliados, porém a avaliação da marcha é feita com o apresentador conduzindo o animal pelo cabresto (ABCCMM, 2019).

O treinamento aquático é um método de condicionamento físico e reabilitação bem conhecido na medicina humana. Algumas vantagens são aliviar a carga sobre as articulações, músculos e tendões, e ativação simultânea de inúmeros músculos (KING, 2016). Pode ser realizado em piscinas (naturais ou não) ou em hidroesteiras. Ainda existem dúvidas sobre os efeitos desse tipo de treinamento sobre os cavalos (VOSS et al., 2002; KING, 2016), e principalmente sobre os animais jovens. Na raça MM, exercício em piscinas tem sido incluído na rotina nos treinamentos sem base científica e existem questionamentos no que se refere a duração, frequência e profundidade de imersão.

A atividade pode ser realizada de duas formas: caminhando dentro da água, mantendo o contato com o solo (imersão parcial) ou nadando, perdendo o contato (imersão total). Estudos que compararam a intensidade da atividade em níveis diferentes de água de imersão parcial, observaram que a intensidade foi proporcional a elevação no nível de água (GRECO-OTTO et al., 2017), porém não foi avaliada a imersão total.

Além de genética e nutrição, ROGERS et al. (2012) mencionam que o treinamento, ainda quando potro, exerce efeito sobre estruturas musculoesqueléticas e consequentemente interfere no crescimento e desenvolvimento no animal. BAILEY et al. (1999) alegam que os cavalos de corrida que iniciam o treinamento aos 2 anos de idade têm maior sucesso e longevidade da vida atlética. Com essa informação o cuidado deve ser redobrado, pois o limite entre o estimulo benéfico e aquele capaz de gerar lesão pode ser próximo (ROGERS et at., 2012). KATE et al., 2016 avaliando os tarsos de cavalos de marcha picada de 18 a 34 meses

bem classificados na 33ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador por meio de angulações e radiografias encontraram alta prevalência de lesões (65,38%), sendo a doença mais comum a osteoartrite. Visto o alto número de animais jovens lesionados, mesmo que de forma subclínica, o treinamento desses jovens atletas deve evitar sobrecargas e, como o exercício na água é considerado de menor impacto, torna-se uma ótima opção para ser incluído em protocolos de treinamento.

Resultados de exames hematológicos e bioquímicos (plasma e soro) são boas ferramentas para avaliar o desempenho atlético de um cavalo. Além de apresentarem custo baixo, podem fornecer informações importantes se interpretados da forma correta (McGOWAN and HODGSON, 2014). Vale ressaltar que esses exames são utilizados para assegurar a saúde do cavalo atleta, e que existem diferenças nas respostas a tipos de exercício distintos (KINGSTON, 2008; ABRANTES, 2013).

Por ainda existirem questões a serem respondidas em relação ao treinamento aquático, principalmente se tratando da raça MM, estudos são necessários para melhor compreensão desse tipo de exercício e dos benefícios. A hipótese é que as demandas metabólica e cardiovascular são distintas quando comparadas entre diferentes níveis de água, aumentando a intensidade proporcionalmente o aumento da profundidade da água. Objetivou-se comparar a demanda cardiovascular e metabólica de exercícios em três diferentes níveis de água e caminhador automático para jovens equinos da raça Mangalarga Marchador.

## 4.4. MATERIAL E MÉTODOS

*Comitê de Ética*

O protocolo dessa pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (processo Nº 13/2019).

*Local*

As atividades foram realizadas no Haras Bavária (Ubá – MG), criatório de equinos da raça MM que utiliza exercícios aquáticos em sua rotina, em parceria com o Departamento de Veterinária da UFV.

*Animais*

Foram utilizados 11 cavalos jovens da raça Mangalarga Marchador de idade aproximada de três anos (3,3 ± 0,1 anos de idade), sendo oito fêmeas e três garanhões de marcha batida e

peso 375 ± 16 kg. Estes animais encontravam-se no início da fase de doma, ou seja, ainda com baixo condicionamento físico.

*Protocolo*

Os animais foram previamente ambientados a exercícios na piscina, mas sem treinamento regular recente. Foram realizadas quatro avaliações com intervalos de sete dias entre elas: passo alongado (6 a 7 km/h) no caminhador sem água (TA); e passo na piscina com nível de água até o carpo (TB), até o peito (articulação escapuloumeral – TC) e até dois metros de profundidade para natação (total submersão - TD) (Figura. 1).

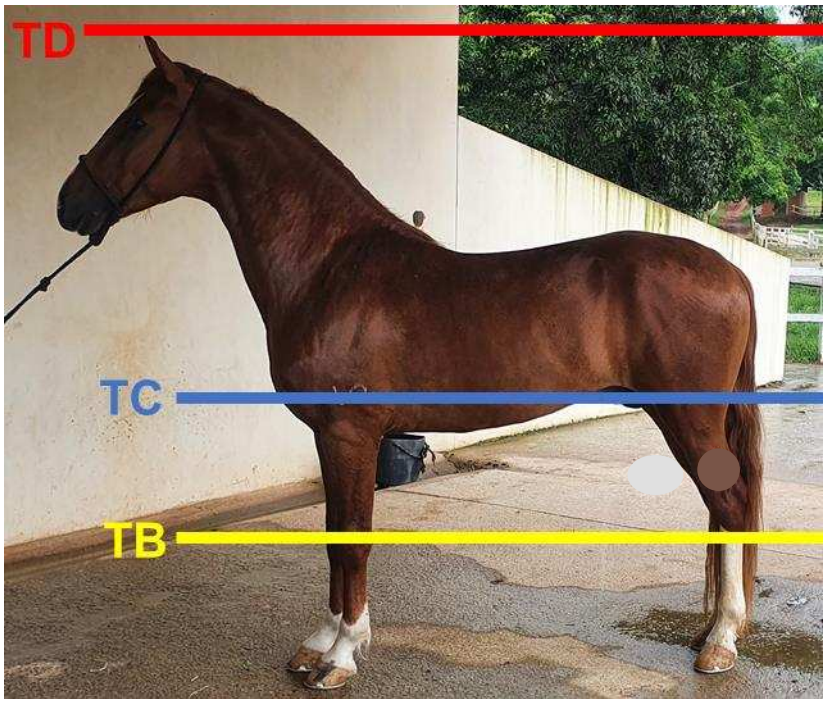



Fig 1: Referências anatômicas para marcar o nível de água a ser utilizado, sendo o carpo a referência de TB, o peito (articulação escapuloumeral) de TC e dois metros de altura para TD (natação).

Todos os animais passaram pelo mesmo tratamento no mesmo dia, devido à dificuldade de alternar o nível da piscina rapidamente, porém a ordem semanal dos exercícios foi escolhida ao acaso. A 1ª coleta foi a Altura 3 (TD), a 2ª foi a Altura 1 (TB), a 3ª foi o caminhador (TA) e a 4ª coleta foi a Altura 2 (TC). Cada animal realizou os quatro exercícios na mesma duração (tempo individualizado máximo de 10 min).

Para avaliar as demandas de cada exercício, foram avaliados os seguintes parâmetros: hemograma (hematócrito (Ht), proteína total (Pt) e leucócitos (Leu)); creatina fosfoquinase

(CK); aspartato aminotransferase (AST); frequência cardíaca (FC); frequência respiratória (FR); temperatura (TR); glicose (Gli); e lactato plasmático (Lac). As variáveis avaliadas e tempos de coleta estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis avaliadas e tempos de coleta.

| Período | | Tempo | Avaliação | Variável |
|---|---|---|---|---|
| Pré-exercício | Antes de iniciar as atividades | Basal (7:00) (T0) | Exame Físico | FC, FR e TR |
| | | | Exame de sangue | Hem, CK, AST, Gli e Lac |
| | Imediatamente antes | Antes de começar o treinamento (T1) | Exame Físico | FC, FR e TR |
| | | | Exame de sangue | Gli e Lac |
| Pós-exercício | Imediatamente após | Final do treino (T2) | Exame Físico | FC, FR e TR |
| | | | Exame de sangue | CK, AST, Gli e Lac |
| | | 10 min após o final (T3) | Exame Físico | FC, FR e TR |
| | | | Exame de sangue | Hem, Gli e La |
| | | 30 min após o final (T4) | Exame Físico | FC, FR e TR |
| | | | Exame de sangue | Gli e Lac |
| | | 1h após o final (T5) | Exame Físico | FC, FR e TR |
| | | | Exame de sangue | Gli e Lac |
| | Recuperação pós exercício | 6h após o final (T6) | Exame de sangue | CK |
| | | 12h após o final (T7) | Exame de sangue | CK e AST |
| | | 24h após o final (T8) | Exame de sangue | CK e AST |

T0: Basal; T1: imediatamente antes; T2: imediatamente ao final do exercício; T3: 10 min após o término; T4: 30 min após o término; T5: 1 h após o término; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Hem: hemograma; CK: creatina fosfoquinase; AST: aspartato aminotransferase; Gli: glicose (Gli); e LAC: lactato plasmática.

*Análise estatística*

Os dados foram submetidos aos testes de homoscedasticidade e de normalidade (Shapiro-Wilk, $\alpha = 5\%$). Para os dados que apresentaram distribuição normal, foi realizada ANOVA para dois fatores (tempo e tratamento) para medidas repetidas (animais). E para os dados que apresentaram distribuição não-normal, o teste de Friedman para medidas repetidas foi utilizado. As médias em ambas as situações foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$) no programa Sigma Plot 12.0.

## 4.5. RESULTADOS

Todas as coletas foram realizadas entre as 7:00 e 12:00, entre os dias 12 de novembro e 04 de dezembro. As informações sobre o clima foram extraídas do site AccuWeather, a temperatura e umidade médias foram de 21,5±1,4°C e 74±1,4%, respectivamente. Para comparar com trabalhos recentemente publicados com dados sobre a raça MM (LAGE et al., 2017), foram calculados os valores médios da FC, Lac e a relação da FC média com a FC máxima (214 bpm) de LAGE et. 2017 (FCmáx) logo após o exercício (T2) apresentados na Tabela 2. Os valores médios (±erro padrão da média) ou medianas (Q1;Q3) e interações das variáveis avaliadas estão apresentados nas tabelas abaixo, Tabela 3 para as variáveis hematológicas (Ht, Pt e Leu), Tabela 4 para variáveis do exame físico (FC, FR TR), glicose e lactato e Tabela 5 para enzimas musculares (CK e AST). E na Figura 2 é demostrado o comportamento da FC (2A) e Lac (2B) em T2.

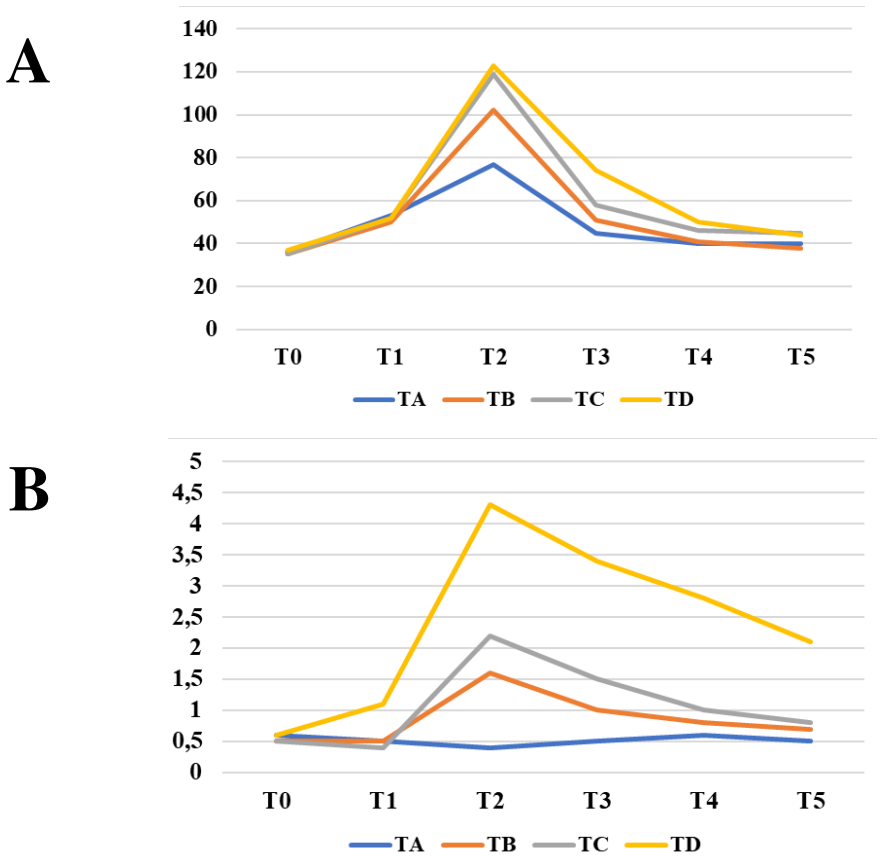



Fig 2: Comportamento da frequência cardíaca (2A) e lactato plasmático (2B) no momento T2 (após o término da atividade). TA: exercício em caminhador automático, sem água; TB: exercício em piscina com água até o nível do carpo; TC: exercício em piscina com água até o nível do peito (articulação escapuloumeral).

Tabela 2. Valores médios de frequência cardíaca e lactato, e %FCmáx baseada nos resultados encontrados por LAGE et al. (2017) de jovens equinos da raça Mangalarga Marchador (n=11) submetidos a exercícios em três diferentes níveis de água em piscina e caminhador automático logo após a atividade de duração máxima de 10min

| Variável | TA | TB | TC | TD |
|---|---|---|---|---|
| FC (bpm) | 77 | 102 | 119 | 123 |
| Lac (mmol/l) | 0,4 | 1,6 | 2,2 | 4,3 |
| %FCmáx | 36% | 48% | 56% | 67% |

FC: frequência cardíaca; Lac: lactato; %FCmáx: frequência cardíaca máxima; TA: exercício em caminhador automático, sem água; TB: exercício em piscina com água até o nível do carpo; TC: exercício em piscina com água até o nível do peito (articulação escapuloumeral).

Tabela 3. Hematócrito, proteína total, leucócitos (média ± erro padrão da média (EMP)) de jovens equinos da raça MM (n=11) submetidos a exercícios em três diferentes níveis de água em piscina e caminhador automático

| **Variável** | **Exercício** | **T0** | **T3** | **EMP** |
|---|---|---|---|---|
| Hematócrito | TA | $37,64^{A}$ | $37,09^{B}$ | 0,44 |
| (%) | TB | $37,26^{A}$ | $38,86^{AB}$ | 0,44 |
| | TC | $32,13^{Bb}$ | $33,86^{Ca}$ | 0,44 |
| | TD | $39,23^{Ab}$ | $40,86^{Aa}$ | 0,44 |
| Proteína | TA | $6,82^{a}$ | $6,56^{Bb}$ | 0,04 |
| Total | TB | $6,86^{a}$ | $6,69^{b}$ | 0,04 |
| (g/dL) | TC | 6,75 | $6,80^{A}$ | 0,04 |
| | TD | $6,80^{a}$ | $6,67^{b}$ | 0,04 |
| Leucócitos | TA | 9,24b | $9,79^{a}$ | 0,17 |
| (x $10^9$/L) | TB | 8,76b | $9,38^{a}$ | 0,17 |
| | TC | 9,14b | $9,75^{a}$ | 0,17 |
| | TD | 9,38b | $10,11^{a}$ | 0,17 |

TA: exercício em caminhador automático, sem água; TB: exercício em piscina com água até o nível do carpo; TC: exercício em piscina com água até o nível do peito (articulação escapuloumeral); TD: exercício em piscina com água em 2 metros de profundidade com imersão total (natação). a-d Médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre momentos pelo Tukey (P<0,05); A-C Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna diferem entre tratamentos (exercícios) pelo Tukey (P<0,05).

Tabela 4. Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), glicose (Gli), lactato plasmático (Lac) (média ± erro padrão da média (EMP)) de jovens equinos da raça MM (n=11) submetidos a exercícios em três diferentes níveis de água em piscina e caminhador automático antes e após a atividade.

| Variável | Exercício | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | EMP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FC (bpm) | TA | $36^{c}$ | $53^{b}$ | $77^{Ca}$ | $45^{Cbc}$ | $40^{bc}$ | $40^{bc}$ | 3 |
| | TB | $35^{c}$ | $50^{b}$ | $102^{Ba}$ | $51^{BCb}$ | $41^{bc}$ | $38^{bc}$ | 3 |
| | TC | $35^{c}$ | $52^{b}$ | $119^{Aa}$ | $58^{Bb}$ | $46^{bc}$ | $45^{bc}$ | 3 |
| | TD | $37^{d}$ | $52^{c}$ | $123^{Aa}$ | $74^{Ab}$ | $50^{cd}$ | $44^{cd}$ | 3 |
| FR (rpm) | TA | $22^{b}$ | $35^{a}$ | $40^{BCa}$ | $38^{a}$ | $41^{Aa}$ | $32^{ac}$ | 1 |
| | TB | $22^{bc}$ | $33^{b}$ | $50^{Ba}$ | $32^{Bb}$ | $29^{Bb}$ | $26^{b}$ | 1 |
| | TC | $21^{b}$ | $31^{bc}$ | $42^{Ba}$ | $34^{ab}$ | $25^{Bb}$ | $27^{b}$ | 1 |
| | TD | $23^{b}$ | $37^{c}$ | $58^{Aa}$ | $41^{Ac}$ | $28^{Bbc}$ | $29^{bc}$ | 1 |
| TR (ºC) | TA | $37,6^{Ab}$ | - | $38,2^{Ba}$ | $38,2^{Ba}$ | $38,2^{ABa}$ | $38,0^{a}$ | 0,08 |
| | TB | $37,7^{Ab}$ | - | $38,6^{Aa}$ | $38,6^{Aa}$ | $38,4^{Aa}$ | $38,2^{bc}$ | 0,08 |
| | TC | $37,3^{Bb}$ | - | $38,3^{Ba}$ | $38,1^{Bab}$ | $38,0^{Bbc}$ | $37,9^{bc}$ | 0,08 |
| | TD | $37,7^{Ab}$ | - | $38,1^{Ba}$ | $38,4^{ABa}$ | $38,3^{ABa}$ | $38,0^{b}$ | 0,08 |
| Lac (mmol/L) | TA | 0,6 | 0,5 | $0,4^{C}$ | $0,5^{B}$ | $0,6^{B}$ | $0,5^{B}$ | 0,2 |
| | TB | $0,5^{b}$ | $0,5^{b}$ | $1,6^{BCa}$ | $1,0^{Bab}$ | $0,8^{Bab}$ | $0,7^{Bab}$ | 0,2 |
| | TC | $0,5^{c}$ | $0,4^{c}$ | $2,2^{Ba}$ | $1,5^{Bab}$ | $1,0^{Bbc}$ | $0,8^{Bbc}$ | 0,2 |
| | TD | $0,6^{c}$ | $1,1^{c}$ | $4,3^{Aa}$ | $3,4^{Aa}$ | $2,8^{Ab}$ | $2,1^{Ab}$ | 0,2 |
| Gli (mg/dl) | TA | 79,9 | 85,2 | $86,6^{B}$ | $89,6^{B}$ | 89,6 | 89,2 | 2,9 |
| | TB | $82,8^{b}$ | $83,1^{b}$ | $98,2^{Ba}$ | $95,6^{ABab}$ | $93,1^{ab}$ | $91,8^{ab}$ | 2,9 |
| | TC | $83,2^{c}$ | $84,2^{bc}$ | $97,3^{Babc}$ | $99,3^{Aba}$ | $98,0^{ab}$ | $93,1^{abc}$ | 2,9 |
| | TD | $80,2^{c}$ | $93,6^{bc}$ | $120,2^{Aa}$ | $110,4^{Aab}$ | $104,3^{b}$ | $93,5^{bc}$ | 2,9 |

TA: exercício em caminhador automático, sem água; TB: exercício em piscina com água até o nível do carpo; TC: exercício em piscina com água até o nível do peito (articulação escapuloumeral); TD: exercício em piscina com água em 2 metros de profundidade com imersão total (natação). a-d Médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre momentos (Tukey, $p \leq 0,05$); A-C Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna diferem entre tratamentos (exercícios) (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 5. Creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) (mediana (Q1;Q3%)) de jovens equinos da raça Mangalarga Marchador (n=11) submetidos a exercícios em três diferentes níveis de água em piscina e caminhador automático

| Variável | Exercício | T0 | T2 | T6 | T7 | T8 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CK (U/L) | TA | $126^{AB}$ (89;152) | $143^{AB}$ (74;166) | $184^{AB}$ (96;204) | $133^{AB}$ (71;189) | $138^{AB}$ (76;170) |
| | TB | $172^{A}$ (146;202) | $197^{A}$ (152;248) | $266^{A}$ (170;446) | $243^{A}$ (126;398) | $166^{A}$ (136;264) |
| | TC | $85^{B}$ (69;104) | $101^{B}$ (83;131) | $122^{B}$ (93;152) | $110^{B}$ (81;115) | $97^{B}$ (83;108) |
| | TD | $150^{AB}$ (113;186) | $166^{AB}$ (144;207) | $207^{AB}$ (158;271) | $171^{A}$ (143;241) | $139^{AB}$ (106;184) |
| AST (U/L) | TA | $99,3^{B}$ (83,4;111,5) | 107,3 (92,9;116,6) | - | $110,2^{AB}$ (80,9;115,3) | $99,8^{AB}$ (92,2;106,9) |
| | TB | $108,6^{AB}$ (95,6;131,3) | 84,5 (66,7;101,8) | - | $100,9^{B}$ (80,5;113,7) | $117,5^{AB}$ (76,7;123,9) |
| | TC | $90,9^{B}$ (82,9;100,4) | 69,8 (53,9;84,5) | - | $97,1^{B}$ (82,7;106,2) | $89,8^{B}$ (83,8;109,5) |
| | TD | $202,0^{Aa}$ (148,8;415) | $98,2^{b}$ (53,0;157,9) | - | $217,7^{Aa}$ (145,2;436,0) | $189,6^{Aab}$ (143,7;444,0) |

Q1 = primeiro quartil, ¼ das avaliações estão abaixo do valor; Q3 = terceiro quartil, ¾ das avaliações estão abaixo do valor. TA: exercício em caminhador automático, sem água; TB: exercício em piscina com água até o nível do carpo; TC: exercício em piscina com água até o nível do peito (articulação escapuloumeral); TD: exercício em piscina com água em 2 metros de profundidade com imersão total (natação). a-d Médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre momentos (Tukey, $p \leq 0,05$); A-C Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna diferem entre tratamentos (exercícios) (Tukey, $p \leq 0,05$).

## 4.6. DISCUSSÃO

A prioridade era que a metodologia em relação as atividades fosse o cross-over, mas por economia de água e maior tempo necessário para encher e esvaziar a piscina, todos os animais passaram pelo mesmo exercício no dia.

O presente estudo descreve as demandas cardiovascular e metabólica de diferentes exercícios aquáticos e caminhador automático sem água em jovens equinos de marcha batida da raça MM. Diferenças entre as demandas foram observadas nesta pesquisa, sugerindo que a demanda é crescente com o aumento do nível de água.

Durante os exercícios, acontecem alterações das variáveis hematológicas devido a mobilização das reservas do baço, sudorese e leucocitose relativa resultante da liberação de

cortisol que estimula a liberação de neutrófilos e inibe a migração de granulócitos (SANTOS et al., 2002; BOFFI, 2007). Os treinos de natação e com água a nível do peito elevaram os valores do Ht, indicando maior intensidade nessas atividades, HOBO et al. (1998) também encontraram elevação do hematócrito após o exercício de natação. Em relação ao Leu, todos os treinos foram capazes de elevar os valores, demonstrando ser uma variável mais sensível ao exercício que o Ht. Já na concentração de Pt, com exceção de TC, os valores pós exercício foram inferiores aos valores pré, contrariando ao que geralmente acontece nos exercícios de maior intensidade. KANG et al. (2012) também não encontraram diferença nos valores de Pt pré e pós treino de natação. Por terem sido avaliados treinos de curta duração, supõe-se que não houve desidratação, evitando assim a elevação de Pt, além disso, até 30 min de atividade pode haver redução da concentração plasmática e após esse momento começar a aumentar (HINCHCLIFF et al., 2002). É valido ressaltar que mesmo quando houve elevação ou diminuição pós treino, o valor não extrapolou a faixa de referência, o que pode indicar que as atividades propostas não foram exaustivas. As diferenças entre grupos apareceram entre os exercícios principalmente no Ht, entretanto como as diferenças também apareceram nos valores basais, o efeito do tipo de exercício pode ter sido mascarado.

A FR imediatamente após o exercício foi maior que o valor basal em todos os treinos, sendo a maior elevação encontrada no exercício de natação, diferente de HOBO et al. (1998) que não encontraram alterações. Em T3 todos os grupos já haviam retornado a FR para valores basais, com exceção do exercício fora d'água. É possível que a água contribua aumentando a dissipação de calor e, portanto, acelere a recuperação da FR. Todos os treinos foram capazes de elevar a temperatura após a atividade, sendo o nível do carpo superior que os demais. Discretos aumentos de TR, até 2ºC, podem beneficiar o desempenho do equino ao melhorar a força de contração e a flexibilidade de músculos, tendões e ligamentos (CLAYTON, 1991[1]; ABRANTES, 2013). Em T5, com exceção do treino no caminhador (sem água), todos os outros grupos retornaram para valores basais. Esses dois aspectos encontrados reforçam a teoria de que a água ajuda na recuperação tanto da temperatura, quanto da frequência respiratória. As outras diferenças encontradas entre os grupos na TR podem ser resultados de variações de temperatura e umidade dos dias de coleta.

GRECO-OTTO et al. (2017) compararam diferentes níveis de água e velocidades em hidroesteira e encontraram maior FC no nível mais elevado de água (joelho anatômico) indicando que o nível da água tem mais influência na intensidade do que a velocidade. Os valores de FC, em ambos os exercícios avaliados no presente trabalho, elevaram em T2, e quanto maior o nível de água, maiores são os valores de FC, não havendo diferença entre o

nível do peito e natação. Tendo em vista que a FC média encontrada em provas oficiais de marcha batida foi 152 bpm (LAGE et al., 2017), todos os exercícios avaliados alcançaram FC abaixo desse valor, e a natação (123 bpm) foi o exercício que atingiu o valor mais próximo. Considerando a FCmax de 214 bpm também relatada por LAGE et al. (2017), os exercícios TA, TB, TC e TD representaram 36, 48, 56 e 57% da FCmax, respectivamente. HOBO et al. (1998) e KANG et. (2012) encontraram valores superiores (195 e 149 bpm respectivamente) após um treino de natação de duração próxima a do presente estudo.

As maiores alterações aconteceram nos valores de Lac. No caminhador os valores não alteraram, já na piscina todos os treinos foram capazes de elevar os níveis de Lac imediatamente após o exercício e crescentes com o aumento do nível de água. Na natação os valores permaneceram elevados por mais tempo, não retornando aos valores basais após 1 hora de recuperação, indicando ser o mais intenso. Considerando a Gli, assim como o Lac, o caminhador foi a única atividade que permaneceu com os valores inalterados pós exercício, e a maior elevação encontrada também foi na natação.

O valor médio após prova de marcha batida foi de 1,8 mmol/L (LAGE et. al, 2017), enquanto ao fim de TC e TD deste estudo foram obtidas concentrações maiores (2,2 e 4,3 mmol/L, respectivamente). Apesar de serem animais jovens em início de doma, o Lac ao fim do exercício em TD (4,3 mmol/L) foi menor que o relatado por outros autores (13 mmol/L) após 10 min de natação (KANG et al., 2012). Porém, mesmo após 1 hora de recuperação no exercício de natação o valor de Lac não retornou aos valores basais, sugerindo falta de preparo físico destes equinos jovens. Maiores concentrações de Lac e Gli ao fim de TD em relação aos demais tratamentos e à prova de marcha sugerem maior participação do metabolismo anaeróbio glicolítico para obtenção de energia em comparação aos demais exercícios, ou seja, a natação demonstrou promissora capacidade de contribuir com o condicionamento.

As variações encontradas no hematócrito, frequência cardíaca, frequência respiratória, glicose e lactato de TA a TD, indicaram que quanto mais submerso, maior será a resistência ao movimento e mais intensa é atividade.

Houve variação nos dados de CK e AST, apresentados como medianas na Tabela 5. As atividades de enzimas musculares podem ser utilizadas para avaliação de desempenho, pois características do exercício como duração e intensidade determinam o aumento da concentração destas enzimas no sangue, e análises após o exercício podem detectar a presença de danos musculares (THOMASSIAN et al., 2007). Apesar de serem observadas diferenças de CK e AST entre os tratamentos, como estas também ocorreram no tempo basal, não é possível afirmar que foram consequências do exercício exclusivamente. Os animais foram mantidos em baias

individuais por no mínimo 24 horas antes do início das avaliações. Porém, anteriormente a esse período, a atividade livre no piquete pode ter influenciado esses resultados. LINDNER et al. (2011) comparando diversos níveis de imersão parcial e VINCZE et al. (2013 e 2017) diferentes velocidades também não encontraram diferenças nos valores de CK, o que corrobora a hipótese que a variação observada no presente estudo não foi decorrente dos exercícios avaliados. Apesar dos animais apresentarem pouco preparo físico por estarem iniciando a fase de doma, não houve aumento nos valores das enzimas musculares ao longo do tempo, embora a AST na natação tenha sido maior às 12h de recuperação quando comparada ao valor encontrado no fim do exercício. É importante ressaltar que em nenhum dos tratamentos os valores de CK e AST ultrapassaram o intervalo fisiológico de 100 a 300 U/L para CK e 150 a 400 U/L para AST (MCGOWAN e HODGSON, 2014), sugerindo que os exercícios não apresentam potencial para lesões musculares, mesmo em animais iniciantes na atividade física.

Os resultados indicaram que quando comparados aos exercícios convencionais, como o caminhador automático, os exercícios na água são mais intensos, sendo que o aumento da intensidade acompanha o aumento do nível de água, ou seja, a submersão total é o mais intenso entre os outros níveis de submersão parcial avaliados.

Um dos princípios do condicionamento físico é a variabilidade, ou seja, variar a atividade, para outra de estímulo semelhante vai gerar a mesma adaptabilidade com menor estresse tanto físico quanto mental e consequentemente o risco de lesões por exercícios repetitivos é reduzido e o melhor desempenho é atingido (CLAYTON, 1991[2,3]; COSTA, 1996). Efeito semelhante é encontrado com treinamentos cruzados na medicina esportiva humana, que inserem um treino semanal não especifico, diferente da atividade do esporte praticado para ganho de força e rendimento. Tendo isso em vista e os resultados aqui obtidos, o treinamento aquático entra como uma boa alternativa para diversificar o protocolo.

Os exercícios aquáticos, principalmente aqueles que utilizam níveis mais altos de água (a partir do peito) se mostraram uma boa opção para fazer parte dos protocolos de treinamento de jovens atletas pois, além da questão da variabilidade, foi um treino mais intenso, de curta duração e com impacto de estruturas reduzido (ou sem impacto, no caso da submersão total), quando comparado a outros treinos convencionais.

A utilização da natação na raça MM é controversa, muitos criadores tem receio de que esse treino prejudique a morfologia e andamento característico, porém do ponto de vista cardiovascular e metabólico é uma atividade interessante, pois além de não ter impacto, ser intenso mesmo em treino curto, ter participação no metabolismo anaeróbio, a FR mais elevada

e a água envolta de todo o animal podem indicar um possível potencial de ganho na capacidade respiratória, sendo esse ganho dificilmente encontrado em outras atividades.

São necessários mais estudos para entender os efeitos da atividade aquática, principalmente na natação, a longo prazo e suas implicações na morfometria e biomecânica dos marchadores.

## 4.7. CONCLUSÃO

As demandas cardiovascular e metabólica dos exercícios na água em piscina são maiores que o exercício convencional (caminhador automático sem água) e crescentes com o aumento do nível de água. A natação (imersão total) apresentou a maior demanda cardiovascular e metabólica, com participação do metabolismo anaeróbio para obtenção de energia. A atividade de enzimas musculares de exercícios na piscina com nível de água na altura do carpo, ou do peito ou natação (imersão total) não diferiram do exercício convencional em caminhador automático. Os exercícios avaliados não apresentaram potencial para provocar lesão muscular. O treinamento aquático pode ser incluído no protocolo de treinamento considerando sua maior intensidade que os exercícios convencionais, realizado em sessões curtas e com impacto reduzido de estruturas musculoesqueléticas.

## 4.8. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa pelo apoio financeiro, ao Haras Bavária pela disponibilidade, receptividade e colaboração e à ABCCMM pela parceria na realização da pesquisa. Os autores também agradecem a FAPEMIG, CNPq, CAPES e CENTEV, pela concessão de bolsa de estudo e/ou suporte financeiro nos seus projetos de pesquisa.

## 4.9. REFERÊNCIAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (2019). A associação: Estatutos e Regulamentos: Regulamento geral para eventos oficializados do Cavalo Mangalarga Marchador. Disponível em: <http://leia.abccmm.org.br/portal/regulamentos/regulamentoeventos/> Acessado em: 18 de fevereiro de 2019.

Abrantes, R.G.P. (2013) Validação de um protocolo de treinamento para provas de marcha da raça Mangalarga Marchador. Dissertação (mestrado) – Escola de Veterinária de Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Bailey, C.J., Reid, S.W., Hodgson, D.R., Rose, R.J. (1999). Factors associated with time until first race and career duration for thoroughbred racehorses. Am J Vet Res. **60**, 1196-1200.

Barcelos, K.M.C., Rezende, A.S.C., Biggi, M., Lana, A.M.Q., Maruch, S., Faleiros, R.R. (2016) Prevalence of tarsal diseases in champion Mangalarga Marchador horses in the marcha picada modality and its association with tarsal angle. J Equine Vet Sci. **36**, 25-30.

Boffi, F.M. Fisiologia del Ejercicio em Equinos. Buenos Aires: Inter-Médica: 2007. p. 322.

Clayton, H.M. (1991) Thermoregulation. In: Conditioning sport horses. Mason: Sport Horse Publications. cap 5, 61-70.[1]

Clayton, H.M. (1991) Conditioning Principles. In: Conditioning sport horses. Mason: Sport Horse Publications. cap 7, 77-94.[2]

Clayton, H.M. (1991) The Daily Workout. In: Conditioning sport horses. Mason: Sport Horse Publications. cap 11, 135-140.[3]

Costa, M.G. (1996) Ginástica Localizada. Rio de Janeiro: Editora Sprint.

Greco-Otto, P., Bond, S., Sides, R., Kwong G.P.S., Bayly, W. and Léguillette, R. (2017) Workload of horses on a water treadmill: effect of speed and water height on oxygen consumption and cardiorespiratory parameters. *BMC Vet Res*. **13**, 1, Suppl **360**, 1-9.

Hinchcliff, K.W., Lauderdale, M.A., Dutson, J., Geor, R.J., Lacombe, V.A. and Taylor, L.E. (2002) High intensity exercise conditioning increases accumulated oxygen deficit of horses. Equine Vet J. **34**, 9-16.

Hobo, S., Yoshida, K. and Yoshihara, T. (1998) Characteristics of respiratory function during swimming exercise in thoroughbreds. J Vet Med Sci. **60**, 6, 687-689.

Kang, O.D., Ryu, Y.C., Yun, Y.M. and Kang, M. S. (2012) Physiological changes in jeju crossbred riding horses by swim training. Asiático-Australas J Anim Sci. **25**, 2, 200-206.

King, M.R. (2016) Principles and Application of Hydrotherapy for Equine Athletes. *Vet Clin North Am Equine Pract*. **32**, 1, 115–126.

Lage, J., Fonseca, M.G., De Barros, G.G.M., Feringer-Júnior, W.H., Pereira, G.T. and Ferraz, G.C. (2017) Workload of official contests, net cost of transport, and metabolic power of Mangalarga Marchador horses of marcha batida or picada gaits. *J Anim Sci.* **95**, 6, 2488-2495.

Lindner, A., Waschle, S. and Sass, H.H.L. (2011) Physiological and blood biochemical variables in horses exercising on a treadmill submerged in water. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 96, 4, 563-569.

McGowan, C. M. and Hodgson, D. R. (2014) Hematology and Biochemistry. In: Hodgson, D. R.; McKeever, K. H; McGowan, C. M. The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine. 2.ed. Missouri: Saunders. cap. 5. p. 56-68.

Rocha, E.V. (2011) Aspectos econômicos e sociais do complexo agronegócio cavalo no Estado de Minas Gerais. 140 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Rogers, C. W., Bolwell, C.F., Tanner, J.C., P. van Weeren, P,R. (2012) Early exercise in the horse. J Vet Behav. **7**, 375-379.

Santos, S.A., Silva, R.A.M.S., Azevedo, J.R.M., Sibuya, C.Y., Anaruma, C.A., Sereno, J.R.B. (2002) Evaluation of performance capacity of pantaneiro horses and other breeds during cavalcade through the pantanal. Archi Zootec. **51**, 121-128.

Thomassian, A., Carvalho, F., Watanabe, M.J., Silveira, V.F., Alves, A.L.G., Hussni, C.A. and Nicoletti, L.M. (2007) 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.* **44**, 3, 183-190.

Vincze, A., Szabo, C., Szabo, V., Veres, S., Uto, D. and Hevesi, A. (2013) The effect of deep water aqua treadmill training on the plasma biochemical parameters of show jumpers. *Agric Conspec Sci*. **78**, 3, 289-293.

Vincze, A., Szabo, C., Veres, S., Uto, D. and Hevesi, A. T. Fitness improvement of show jumping horses with deep water treadmill training. *Veterinarni Medicina*, v.62, n.4, p.192-199, 2017.

Voss, B., Mohr, E. and Krzywanek, H. (2002) Effects of aqua-treadmill exercise on selected blood parameters and on heart-rate variability of horses. *J Vet Med A, Physiol Pathol Clin Med*. 49, 3, 137-143.

# 5. CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que:

1. Existem poucas informações sobre o treinamento aquático para jovens atletas equinos, e os trabalhos tendem a ser incompletos.
2. O treinamento aquático se mostrou eficiente para condicionamento cardiovascular e na redução da vulnerabilidade de lesões de jovens equinos, porém o efeito sobre a morfometria e biomecânica deve ser mais estudado.
3. Por mais que existam criadores entusiastas desse treinamento, o reflexo da escassez na literatura é visto nos protocolos utilizados, que são baseados no empirismo.
4. O treinamento aquático é uma prática recentemente incluída na rotina dos criatórios da raça MM, com predomínio de utilização de piscinas naturais. É utilizado principalmente na preparação de animais jovens (até dois anos de idade) com frequência e duração variáveis, predominando os níveis de água na altura no peito e natação (imersão total). E é frequentemente utilizado sem acompanhamento técnico.
5. As demandas cardiovascular e metabólica dos exercícios na água em piscina são maiores que o exercício convencional (caminhador automático sem água) e crescentes com o aumento do nível de água. A natação (imersão total) apresentou a maior demanda cardiovascular e metabólica, com participação do metabolismo anaeróbio para obtenção de energia.
6. A atividade de enzimas musculares de exercícios na piscina com nível de água na altura do carpo, ou do peito ou natação (imersão total) não difere do exercício convencional em caminhador automático. Os exercícios avaliados não apresentaram potencial para provocar lesão muscular.
7. O treinamento aquático é uma boa alternativa para ser incluso nos protocolos de treinamento, pois além de ter benefícios relatados para jovens atletas, é uma atividade diferente, colaborando para variabilidade de exercícios, mais intenso que os convencionais, podendo ser realizado numa sessão curta de tempo e com impacto reduzido das estruturas locomotoras.
8. Este trabalho permitiu avaliar as lacunas existentes na literatura sobre o assunto, melhor conhecimento sobre a realidade de alguns criatórios do país e beneficiar esses criadores visto que os resultados da fase experimental trazem informações inéditas sobre a possível inserção da atividade aquática nos protocolos de treinamento.

9. Mais estudos são necessários para entender os efeitos da atividade a longo prazo e suas implicações na morfometria e biomecânica dos marchadores.

## 6. ANEXO - Anexo 1

TREINAMENTO AQUÁTICO PARA JOVENS MARCHADORES

MANGALARGA MARCHADOR
AQUI TEM PAIXÃO

# QUESTIONÁRIO

TREINAMENTO AQUÁTICO PARA JOVENS MARCHADORES

Projeto de pesquisa que tem como objetivo descrever como o treinamento aquático tem sido realizado na raça Mangalarga Marchador, e posteriormente propor um protocolo seguro que proporcione maior longevidade da vida atlética dos animais. Pesquisa realizada pela doutoranda Thayne de Oliveira Silva da Universidade Federal de Viçosa.

1) Identificação - nome do criatório/haras, telefone de contato, cidade e estado (essa informação ficará em sigilo e a identificação não será divulgada): *

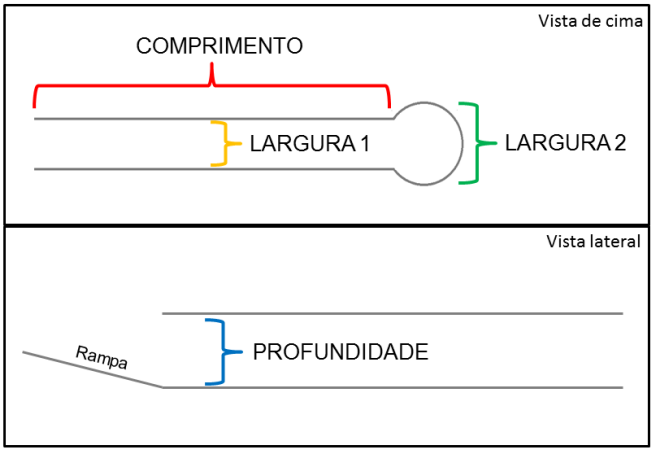
_____
_____

2) Realiza treinamento aquático em sua propriedade? *
( ) Sim
( ) Não

3) Realiza o treinamento aquático há quanto tempo em sua propriedade? *
( ) Menos de 1 ano
( ) Entre 1 e 3 anos
( ) Entre 3 e 5 anos
( ) Entre 5 e 10 anos
( ) Mais de 10 anos

4) De que forma? *
( ) Piscina artificial (construída)
( ) Piscina "natural" (açude, tanque, represa)
( ) Outro: _____

Para as perguntas 5, 6, 7 e 8 utilize essa figura como referência:



5) Em relação ao tamanho da piscina, qual é o COMPRIMENTO? * _____

6) Qual é a LARGURA 1? *_____

7) Qual é a LARGURA 2 (se houver)? * _____

8) Qual é a PROFUNDIDADE? * _____

9) Em qual altura (nível de água) costuma treinar os animais? Assinale quantos necessários. *
( ) Boleto
( ) Joelho (do membro torácico, na região do carpo)
( ) Peito
( ) Cernelha
( ) Natação (o animal não tem contato com o solo)
( ) Outro: _____

10) Com quais objetivos realiza treinamento na água? Cite todos que considerar. *
_____
_____

11) Com qual idade os animais iniciam esse tipo de treinamento? *
( ) 6 a 12 meses
( ) 12 a 18 meses
( ) 18 a 24 meses
( ) 24 a 30 meses
( ) 3 a 4 anos
( ) 4 a 5 anos
( ) acima de 5 anos

12) Quantas vezes na semana o animal realiza esse tipo de treinamento? Assinale quantos necessários. *
( ) 1 vez
( ) 2 vezes
( ) 3 vezes
( ) 4 vezes
( ) 5 vezes

13) Qual a duração? *
( ) Até 5 minutos
( ) Entre 5 e 10 minutos
( ) Entre 15 e 30 minutos
( ) Entre 30 e 60 minutos
( ) Mais de 60 minutos
( ) Outro: _____

14) A atividade foi indicada e/ou supervisionada por algum profissional médico veterinário? *
( ) Sim
( ) Não

15) O quanto você considera esse tipo de treinamento seguro? *
Muito perigoso, não recomendo
( ) 1
( ) 2
( ) 3

( ) 4
( ) 5
Muito seguro, sem restrições

16) Em quais aspectos você observa que esse tipo de treinamento é benéfico ou traz melhorias para o equino? *
_____

17) E quanto a resultados negativos? Você observa algum malefício ou piora em algum aspecto para o equino? *
_____

18) Deseja acrescentar alguma informação que não foi apresentada acima?
_____