

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

**CUSTO DO TRANSPORTE E POTÊNCIA DO EXERCÍCIO
EM ESTEIRA ROLANTE DE EQUINOS JOVENS NÃO
CONDICIONADOS**

Tayná de Souza

Médica - Veterinária

2023

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

**CUSTO DO TRANSPORTE E POTÊNCIA DO EXERCÍCIO
EM ESTEIRA ROLANTE DE EQUINOS JOVENS NÃO
CONDICIONADOS**

Tayná de Souza

Orientador: Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto

Coorientadora: Profa. Dra. Daniela Junqueira de Queiroz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Clínica Médica Veterinária).

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

S729c	<p>Souza, Tayná de</p> <p>Custo do transporte e potência do exercício em esteira rolante de equinos jovens não condicionados / Tayná Souza. -- Jaboticabal, 2023 43 p. : tabs.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientadora: José Corrêa Lacerda Neto Coorientadora: Daniela Junqueira Queiroz</p> <p>1. Cavalos. 2. Energia metabólica. 3. Frequência cardíaca. 4. Gasto energético. I. Título.</p>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

FICHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

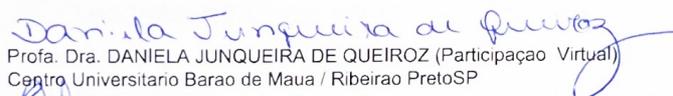
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CUSTO DO TRANSPORTE E POTEÊNCIA EM ESTEIRA ROLANTE DE EQUINOS JOVENS NÃO CONDICIONADOS

AUTORA: TAYNÁ DE SOUZA

ORIENTADOR: JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO

COORIENTADORA: DANIELA JUNQUEIRA DE QUEIROZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Medicina Veterinária, área: Clínica Médica Veterinária pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. DANIELA JUNQUEIRA DE QUEIROZ (Participação Virtual)
Centro Universitário Barão de Mauá / Ribeirão Preto/SP


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


Profa. Dra. CLÁUDIA JOSEFINA DORIGAN (Participação Virtual)
Centro Universitário Barão de Mauá / Ribeirão Preto/SP

Jaboticabal, 17 de abril de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Tayná de Souza, nascida na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo - Brasil, em 22 de fevereiro de 1996, filha de Edival Luiz de Souza e Christiane Francisco de Souza. Médica Veterinária formada pelo Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, em janeiro 2020, com programa de mobilidade acadêmica internacional em 01/2018 com duração de um semestre na Universidade do Porto (UP) em Porto, Portugal. Em 2021 ingressou no programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de Clínica Médica, pela UNESP – Câmpus de Jaboticabal/SP, como bolsista CAPES, sob orientação do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto e coorientação da Profa. Dra. Daniela Junqueira de Queiroz. Responsável Técnica em 2022 pelo Setor de Zootecnia da UNESP, Câmpus de Jaboticabal/SP. Atuação autônoma a campo na área de Clínica Médica e de Fisioterapia e Reabilitação de equinos. Formada em Quiropraxia Animal pela Horse Therapeutic Solutions e Ozonioterapia pelo Instituto Bioethicus. Formação em Fundamentos da Fisioterapia e Reabilitação de Equinos por Therapy4Horses em 2021. Formação em Tratamento de Feridas de Equinos por Therapy4Horses em 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela oportunidade e abertura de portas que possibilitaram o caminho dos estudos. À minha família, meu pai Edival Luiz de Souza, minha mãe Christiane Francisco de Souza e meu irmão Hugo Francisco de Souza pelo apoio.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor José Corrêa de Lacerda Neto e minha coorientadora Professora Doutora Daniela Junqueira de Queiroz pela orientação do trabalho realizado.

Desejo igualmente agradecer aos meus colegas que puderam contribuir para a conclusão do trabalho, entre eles a mestranda Tainá, e amigos, em especial a Gilciane e meu namorado Gabriel.

Ainda, agradeço à UNESP de Jaboticabal pela oportunidade do Programa de Pós-graduação - Mestrado e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

SUMÁRIO

Páginas

CERTIFICADO CEUA.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 A raça Puro Sangue Árabe.....	2
2.2 Enduro.....	2
2.3 Treinamento Físico e Mudanças Fisiológicas.....	3
2.4 Testes em Esteira Rolante.....	6
2.5 Frequência Cardíaca.....	7
2.6 Custo de Transporte e Potência.....	9
2.7 Influência do Estresse.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Animais.....	12
4.2 Teste de Adaptação.....	12
4.3 Teste de Estresse.....	12
4.4 Treinamento.....	13
4.5 Obtenção de dados e análise.....	14
5. RESULTADOS.....	15
6. DISCUSSÃO.....	19
7. CONCLUSÃO.....	21
8. REFERÊNCIAS.....	22
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
9.1 Manejo dos Animais.....	30
9.2 Exames Clínicos.....	30
9.3 Adaptação a esteira.....	31
9.4 Ocorrências.....	32
9.5 Conclusões.....	32

10. APÊNDICE 1.....	33
11. APÊNDICE 2.....	34

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



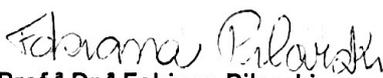
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado “**Adaptações musculoesqueléticas e cardíacas em eqüinos submetidos a treinamento guiado pelo lactato**”, protocolo nº 012601/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 10 de outubro de 2019.

Vigência do Projeto	01/11/2019 a 01/07/2022
Espécie / Linhagem	Puro sangue árabe
Nº de animais	12
Peso / Idade	380 kg / quatro à nove anos
Sexo	Machos ou fêmeas
Origem	Serão adquiridos de criatório da raça e alojados junto ao Setor de Equinocultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, câmpus de Jaboticabal

Jaboticabal, 10 de outubro de 2019.


Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

CUSTO DO TRANSPORTE E POTÊNCIA DO EXERCÍCIO EM ESTEIRA ROLANTE DE EQUINOS JOVENS NÃO CONDICIONADOS

RESUMO - O presente estudo avaliou o custo de transporte (COT) durante o exercício e a potência (P) de cavalos sem condicionamento físico antes e depois de serem adaptados à esteira rolante. Estas variáveis também foram avaliadas antes e depois de um período de seis semanas de treinamento. Treze equinos, da raça Puro Sangue Árabe, de aproximadamente 24 meses, foram submetidos ao teste de adaptação em esteira e, posteriormente a uma semana de adaptação, ao teste de estresse. Após o término do período de treinamento de seis semanas, os animais realizaram novamente um teste de estresse. Antes de iniciar cada teste, os cavalos foram equipados com monitor de frequência cardíaca RS800CX GS Equino Pollar para os registros de frequência cardíaca. Os eletrodos foram fixados na porção ventral do tórax sobre a pele, na altura do choque precordial, sob uma cinta larga de couro passada ao redor do tórax, pela qual foi preso o sistema de segurança da esteira rolante. Os dados dos últimos 2,5 minutos dos testes foram utilizados. Utilizou-se um computador pessoal com software Polar ProTrainer Equine Edition para determinar os valores médios da FC basal e durante exercício. Para cálculo das fórmulas de COT e P, foi feita a média do peso vivo dos animais e junção dos dados de distância do exercício em metros, duração do exercício em minutos e velocidade do exercício em metros por segundo. Os valores foram baixados em software R© e analisados pelo Teste T Student ($P < 0,05$). Quando a natureza dos dados não permitiu a utilização de teste paramétrico, foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon. Foi encontrada diferença estatística no valor de COT entre o teste de adaptação (TA) e o teste de estresse 1 (TE1), podendo concluir que, o fato de os animais não serem condicionados ao exercício e não adaptados à esteira, interferiu nos dados, já que a agitação e estresse levam à alteração da FC e, conseqüentemente, das outras variáveis, e que, apesar da interferência, a adaptação dos animais ao método de exercício à esteira rolante mostrou relação direta com o COT, já que, apesar de aumentar a velocidade, o COT foi menor no TE1, no qual os animais já estavam mais adaptados à esteira. Também se concluiu que um período de seis semanas de treinamento é capaz de melhorar o condicionamento físico dos animais, reduzindo o COT e a P.

Palavras-chave: cavalos, energia metabólica, frequência cardíaca, gasto energético

COST OF TRANSPORT AND EXERCISE POWER ON TREADMILL OF UNCONDITIONED YOUNG EQUINES

ABSTRACT – The present study evaluated the transport cost (COT) during exercise, and the power (P) of unconditioned horses before and after being adapted to the treadmill. These variables were also evaluated before and after a six-week training period. Thirteen Purebred Arabian horses, approximately 24 months old, were submitted to the adaptation test on a treadmill and, after a week of adaptation, to the stress test. After the end of the six-week training period, the animals underwent a stress test again. Before starting each test, the horses were equipped with a heart rate monitor RS800CX GS Equine Pollar to record the heart rate (HR). The electrodes were attached to the ventral portion of the thorax, on the skin at the level of the precordial impact, under a wide leather strap passed around the thorax, by which the security system of the treadmill was attached. Data from the last 2.5 minutes of the tests were used. A personal computer with Polar ProTrainer Equine Edition software was used to determine mean baseline and exercise HR values. To calculate the COT and P formulas, the average live weight of the animals was calculated and data on the exercise distance in meters, exercise duration in minutes and exercise speed in meters per second were combined. The values were downloaded into R© software and analyzed using the Student T Test ($P < 0.05$). When the nature of the data did not allow the use of a parametric test, the non-parametric Wilcoxon test was used. A statistical difference was found in the COT value between the adaptation test (TA) and the stress test 1 (TE1), leading to the conclusion that the fact that the animals were not conditioned to exercise and were not adapted to the treadmill interfered in the data, since ingestion and stress lead to changes in HR and, consequently, in other variables, and that, despite the interference, the animals' adaptation to treadmill exercise showed a direct relationship with COT, since, despite increasing speed, the COT was lower in TE1, in which the animals were already more adapted to the treadmill. It was also concluded that a period of six weeks of training can improve the physical training of the animals, the COT and P.

Keywords: horses, metabolic energy, heart rate, energy expenditure

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 5,8 milhões de cavalos (IBGE, 2021), sendo a terceira maior tropa equina do mundo e o sétimo entre os promotores de eventos equestres internacionais. Conforme os levantamentos do agronegócio do cavalo, a renda gerada, em valores de abril de 2015, totalizou R\$ 16,15 bilhões (MAPA, 2021).

A prática esportiva com o uso de cavalos é o segmento mais lucrativo da equinocultura, ocupando lugar de destaque e sendo interesse de pesquisas. Como os esportes equestres têm aumentado intensamente no Brasil e no mundo, os cavalos estão sendo cada vez mais vistos como atletas, e a procura pelo aperfeiçoamento físico acompanha este crescimento. Os programas de treinamento buscam o aperfeiçoamento físico, já que esta é uma entre as variáveis para a melhoria do desempenho animal no esporte (Gonçalves, 2018).

A fisiologia do exercício estuda as respostas dos animais ao exercício físico e, assim como nos humanos, ajuda a analisar o condicionamento individual. A frequência cardíaca (FC) é um índice da capacidade e função cardiovascular, é usada como um método simples de análise de condicionamento físico que possibilita calcular o custo energético durante o exercício, já que o sistema cardiovascular é responsável pelo transporte de oxigênio até as células e sofre alterações com o treinamento (Hodgson e Rose, 1994; Evans, 2000; Ferraz et al., 2007).

O fato da maioria dos trabalhos publicados terem sido feitos com animais já condicionados ao exercício e adaptados à esteira rolante motivou o presente trabalho no intuito de determinar a energia produzida nestas fases.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A raça Puro Sangue Árabe

A Puro Sangue Árabe é considerado uma das raças das mais antigas do mundo, com relatos de sua origem há pelo menos 3000 anos. Lendas sobre diferentes linhagens do Puro Sangue Árabe são contadas desde o tempo do profeta Maomé, e a importação de cavalos da Península Arábica e do Egito para a Europa se iniciou no século XIX (Cintra, 2016).

É comprovado que a raça Árabe participou da formação de todas as raças equinas modernas (ABCCA, 2019); ela foi expandida pelo apreço cultural, já que era vista como símbolo de fonte de riqueza, e só é ultrapassada em números pela American Quarter Horse, mas ainda é a mais distribuída no mundo, sendo que pelo menos 82 países possuem registros desta raça. O fenótipo deste cavalo é único, possuindo perfil da cabeça em formato triangular com boca pequena, olhos bem separados e grandes, pescoço arqueado e porte de cauda alta. Quando adulto sua altura pode variar de 1,40 m a 1,58 m e seu peso de 340 kg a 460 kg. É conhecida por sua alta tolerância ao calor e resistência atlética, o que a torna uma raça popular para corridas de longa distância, conhecidas como enduro.

2.2 Enduro

O enduro, ou *endurance*, palavra de origem inglesa, é uma competição de longa distância onde os animais adequam velocidade e resistência. Os percursos nestas provas variam de 20 a 160 km com paradas obrigatórias para *vet-check* do animal para controle de questões de saúde e bem-estar do mesmo (Robert et al., 2010; IEB, 2022). Se trata de uma prova de resistência com atividade aeróbica, de baixa intensidade e longa duração, ao contrário das provas de atividade anaeróbica, consideradas provas de potência, com alta intensidade e curta duração (Ferraz et al., 2010b).

Vários atributos são necessários para os diferentes tipos de competições e atividades equestres prolongadas, como as provas de enduro, a fase de *cross-country*

do Concurso Completo de Equitação e as cavalgadas, entretanto o sucesso em qualquer atividade física depende da habilidade metabólica do animal na conversão de energia química em energia mecânica, principalmente em função muscular (McMiken, 1983).

2.3 Treinamento Físico e Mudanças Fisiológicas

O treinamento físico promove mudanças fisiológicas. Essas variações ocorrem nos sistemas cardiovascular, respiratório, hematológico, locomotor, de termorregulação e endócrino (Hodgson e Rose, 1994).

A avaliação do desempenho atlético de equinos depende da determinação de alterações fisiológicas que ocorrem frente ao exercício físico realizado durante treinamentos ou competições (Marques et al., 2002). As avaliações do sistema cardiovascular durante o exercício incluem a aferição da FC (Prates et al., 2009), avaliação do eletrocardiograma (Albernaz et al., 2011) e ecocardiograma (Bertone et al., 1987; Durando et al., 2002; Michima et al., 2004), além de determinações da pressão da artéria pulmonar, débito cardíaco e pressão ventricular direita (Manohar, 1993; Durando et al. 2002; Hackett et al., 2003; Gehlen et al., 2004; Swenson e Reece, 2006; Dias et al., 2013).

As respostas frente ao exercício ocorrem rapidamente e concomitante à vasoconstrição e vasodilatação arterial na musculatura em atividade. No cavalo também ocorre contração esplênica que, juntamente com a transferência de fluido intersticial para a circulação central, eleva a mesma em até 12 litros de sangue no início do exercício. Este volume de sangue adicional é rapidamente acomodado por meio da vasodilatação arterial na musculatura esquelética e na pele, que é mediada por vasodilatadores metabólicos locais, por influências neurais, e por meio de aumentos na concentração de peptídeo natriurético atrial (ANP). Ocorre, também, vasoconstrição na região esplênica e na musculatura inativa (McKeever e Hincliff, 1995; Evans, 2007; Hodgson et al., 2014).

O exercício exige que o sistema cardiovascular realize adaptações, pois há um maior desvio sanguíneo da muscular necessária durante a atividade, assim como no estresse térmico, onde há desvio do sangue para as extremidades a fim de dissipar o

calor. Com isso, para não faltar oxigenação aos órgãos vitais, a FC aumenta e mantém essa irrigação (Mcconaghy, 1994). Dessa forma, ocorre um aumento subsequente no volume sistólico e débito cardíaco, para satisfazer às demandas aumentadas de oxigênio por parte dos músculos em atividade. No equino, a musculatura em atividade recebe até 80% da distribuição do débito cardíaco, sendo que esse valor é de 15% em repouso (Hinchcliff et al., 2004).

A capacidade de desempenho e o condicionamento físico estão intimamente relacionados e são essenciais nos diversos esportes equestres, embora existam limitações para avaliá-los de forma confiável e objetiva (Capelleto et al., 2009). Os cavalos considerados mais resistentes, como é o caso dos Puro Sangue Árabes, são treinados em velocidades submáximas para melhor otimização da capacidade aeróbica, e há um alto nível de concordância entre os testes a campo e em esteira rolante para avaliação do condicionamento esportivo (Eaton et al., 1999; Fraipont et al., 2012).

Para quantificar o esforço físico durante o exercício é necessário determinar a sua duração e intensidade, além das habilidades próprias de cada modalidade, tornando possível a compreensão de mudanças nas variáveis fisiológicas e adequação da sobrecarga do esforço ao qual o animal será submetido (Ferraz et al., 2010a).

O condicionamento físico também eleva a quantidade lipídica das células musculares, colaborando desse modo para o acréscimo da utilização deste composto orgânico como energia (Van Loon et al., 2001). Portanto, a adaptação do músculo esquelético ao tipo de exercício, por meio de treinamento, induz a melhorias no condicionamento físico (Dudley et al., 1987).

A musculatura esquelética do cavalo tem potencial para se adaptar a treinamentos, especialmente em termos de força, resistência e velocidade de contração muscular. A adaptação mais comum é a remodelação com leve hipertrofia muscular e acréscimo do número de capilares responsáveis pela irrigação sanguínea do músculo. O tipo e a intensidade da resposta de um músculo em treinamento baseiam-se nas características do animal (raça, sexo, idade), ao estado inicial do músculo e histórico de treinamento do animal, e ao protocolo do treinamento ao qual o animal será condicionado, considerando intensidade, frequência, tipo e tempo de

exercício (Hinchcliff et al., 2004).

A contribuição de cada via metabólica para a produção de moléculas de adenosina trifosfato (ATP), aeróbica ou anaeróbica, varia de acordo com tipo, intensidade e duração do exercício. Treinamento e nutrição também são determinantes para a via de produção de ATP (Votion et al., 2007).

Snow (1981) estudou a concentração de glicogênio no tecido muscular de um grupo de cavalos participantes de competições de enduro, correlacionando o desempenho animal com a organização das fibras musculares do glúteo médio. Eles observou que animais com alta proporção de fibras tipo I e reservas suficientes de glicogênio muscular tiveram melhor desempenho em competições.

A contração muscular necessita de energia para se processar, assim como do fornecimento de moléculas de ATP, que fornecem energia. A maior parte da energia liberada é perdida como calor, e uma parte é empregue para produzir energia capaz de realizar a contração muscular (Hinchcliff et al., 2004).

Para permanecerem ativos, os cavalos necessitam repor seus níveis de ATP a uma taxa adequada. Não importando o tipo de esporte, seja de alta ou baixa intensidade, ou de curtos ou longos períodos, as vias de síntese de ATP são demandadas, sendo a intensidade e duração que condicionam qual via será a dominante (Hodgson e Rose, 1994).

A glicose é armazenada na forma de glicogênio nos músculos e fígado, esse por sua vez é degradado em glicose que, em seguida, é então transportada pelo sangue para as células musculares. O glicogênio é fonte de energia dependente para a contração muscular. Para exercícios de alta, média e baixa intensidade, a capacidade de maximizar a reposição de glicogênio muscular pós-exercício é um fator importante para melhorar o desempenho atlético para cavalos atletas que competem por vários dias consecutivos ou várias vezes no mesmo dia. Entretanto, a ressíntese plena do glicogênio no músculo exige intervalo entre 48 e 72 horas pós-exercício (Lacombe et al., 2003).

O metabolismo aeróbico supre as necessidades de ATP durante o exercício de baixa intensidade, quando a demanda de energia é reduzida. Eaton et al. (1999) descrevem que o gasto energético de cavalos quando realizam atividade física de alta intensidade é 50 vezes maior em relação ao repouso. O aumento da demanda

energética decorrente do exercício físico de alta intensidade é provocado pela combinação das duas vias aéreas: aeróbica e anaeróbica (Hodgson e Rose, 1994).

Em exercícios anaeróbicos, de baixa intensidade e longa duração, o uso de ácidos graxos livres nos músculos aumenta significativamente e gradualmente se torna a fonte primordial de energia (Essén-Gustavsson et al., 1984).

Há evidências recentes de que alterações na frequência de alelos de genes equinos relacionados à hipertrofia muscular e ao metabolismo energético puderam influenciar a resposta ao treinamento e a performance de cavalos de esporte (Hill et al., 2010; Regatieri et al., 2017).

A individualização do treinamento pode ser, também, uma estratégia de prevenção de lesões do aparelho locomotor, uma vez que a fadiga muscular, frequentemente induzida pelo treinamento exaustivo, esteve relacionada com lesões em estruturas musculoesqueléticas específicas de interesse clínico e econômico (Butcher et al., 2007). A predisposição de lesões, principalmente ligamentares e tendíneas são potencializadas na rotina de treinos intensos, já que estes demoram meses para se adaptar ao esforço. A principal ocorrência em cavalos atletas, é a tendinite, em maior escala do tendão flexor digital superficial dos membros torácicos, onde é distribuída a maior parte do peso animal. O diagnóstico pode ser feito pela inspeção, palpação das estruturas e por exames complementares (Lera, 2021).

2.4 Testes em Esteira Rolante

A esteira conduz à normalização de variáveis que não são possíveis em testes de campo, mas alguns fatores podem atrapalhar os resultados da FC, como estresse e agitação, por isso, para esse método de avaliação, é necessário que sejam analisados os fatores externos na hora da avaliação física do animal (Bitschnau et al., 2010; Sigler, 2019). A esteira não tem atritos e se mantém invariável, o que não ocorre com as condições reais de teste. A variação de vento deve-se manter igualmente as mesmas quando o cavalo se move, e o volume tem de ser igual à massa do equino, o que pode ser promovido por ventiladores de 50 cm de diâmetro. Os testes de esforço são divididos em testes de intensidade constante, intermitente ou incremental e diferentes protocolos, dependendo da natureza do estudo, são

utilizados (Marlin e Nankervis, 2002).

Em condições de campo, a FC pode ser monitorada de forma confiável e continuamente durante o exercício, principalmente por meio de técnicas de telemetria (Oldruitenborgh-Oosterbaan e Clayton, 1999). Atualmente esse parâmetro está sendo utilizado conjuntamente com o sistema de posicionamento global (GPS), o que possibilita informações confiáveis que podem ser aplicadas para a determinação da intensidade de exercício, assim como no monitoramento diário do treinamento de cavalos atletas (Kingston et al., 2006).

A combinação de GPS com monitores de FC é frequentemente utilizada na medicina esportiva humana, durante o treinamento e em competições, com os principais objetivos de mensurar a velocidade, taxa de aceleração e distância percorrida. Em estudos com equinos, a utilização do GPS foi empregada para estimar a velocidade do exercício e para avaliar parâmetros de locomoção e andamento (Fonseca et al., 2010).

Há um consenso na literatura demonstrando que as FC durante o exercício submáximo são menores após um período de treinamento e a frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) não se altera com o nível de treinamento (Rose et al., 1983).

2.5 Frequência Cardíaca

A avaliação dos parâmetros vitais como a FC e frequência respiratória (FR) são importantes para a avaliação do desempenho de um cavalo atleta, uma vez que refletem o aporte sanguíneo e de oxigênio para os tecidos com a finalidade de produção de energia nas fibras musculares. O aumento desses parâmetros é então proporcional e esperado durante um exercício físico extenuante (Ferraz et al., 2009).

A FC é facilmente aferida durante o exercício, fornecendo um índice indireto da capacidade e função cardiovasculares. Esta avaliação pode ser realizada durante a prática de exercício, por meio da utilização de um frequencímetro digital específico para cavalos. A relação entre a velocidade e a FC costuma ser utilizada na avaliação do potencial atlético, indicando respostas ao exercício e treinamento (Ferraz et al., 2007).

A FC nos equinos em repouso varia entre 32 e 44 batimentos cardíacos por minutos, podendo variar de acordo com a região e a raça do animal (Jain, 1993; Cunningham, 1999) e está relacionada com o tamanho corporal, taxa metabólica e características de equilíbrio do sistema nervoso autônomo de cada espécie (Evans, 2000).

O animal que está realizando algum tipo de exercício tem grande atividade e necessidades metabólicas da musculatura, sendo o sangue o principal responsável para suprir o oxigênio e o substrato e fazer a remoção de produtos catabólicos. Para suprir esse fluxo sanguíneo exigido durante o exercício pelos músculos, é necessária a transmissão de impulsos nervosos do cérebro para o músculo, para que ocorra a contração muscular, estímulo do coração, para aumentar a frequência e a força de contração, e contração dos vasos sanguíneos da circulação periférica, exceto dos músculos em atividade (Freitas, 2005).

Durante o exercício, há elevação da atividade simpática e liberação de catecolaminas (Ferraz et al., 2009), observando então elevação linear da FC proporcional ao aumento da velocidade do exercício até atingir 210 bpm. A partir daí, o aumento do ritmo de trabalho não mais se traduz em aumento da FC, ponto que foi denominado de FC_{MAX} , referido em cavalos de corrida em torno de 240 a 250 bpm (Physick-Sheard, 1985) e de 180 a 200 bpm em atletas humanos. Baixos valores de FC_{MAX} podem estar relacionados à baixa aptidão esportiva em cavalos (Evans, 2007).

O aumento da FC pode ser justificado pela ação do sistema nervoso simpático, liberação de catecolaminas como adrenalina e cortisol, que levam a um aumento da força de contração e do débito cardíaco para compensar a maior demanda de oxigênio tecidual (Ferraz et al., 2010b) e, a redução destas para valores próximos ao basal após o exercício, reflete o bom condicionamento físico e adaptação frente ao exercício exigido (Bello et al., 2012).

A determinação da FC é parte de um vasto exame por meio do qual é possível detectar tanto doenças cardíacas como sistêmicas (Chope, 2018), assim como monitorar respostas ao exercício e treinamento. Considerando a relação entre FC, consumo de oxigênio (VO_2), velocidade e esforço, tem sido cada vez mais utilizada devido à dificuldade e custo na mensuração do VO_2 (Hinchcliff et al., 2004).

Além de ser empregada para quantificar a intensidade de exercício (Vieira, 2011), a determinação da FC pode ser utilizada para estudar os efeitos do exercício sobre o sistema cardiovascular e para monitorar o condicionamento (Hodgson e Rose 1994).

A relação entre FC e ritmo de trabalho, durante exercício progressivo, pode ser matematicamente descrita por uma função linear, o que significa que um aumento da FC em resposta ao aumento progressivo da intensidade do exercício obedece a uma função do tipo $y = a(x) + b$. A curva de regressão linear pode ser utilizada para se determinar a velocidade correspondente à FC de 200 bpm, ou 140 bpm, que foram índices úteis à avaliação do condicionamento físico (Alonso et al., 2013).

2.6 Custo de Transporte e Potência

O custo de transporte (COT) refere-se ao gasto metabólico para que o indivíduo se mova por uma dada distância e indica eficiência locomotora (Hoyt e Taylor, 1981; Piccione et al., 2013). COT e Potência (P) são variáveis relacionadas à FC e podem ser estimadas por cálculos definidos por Williams et al. (2009) e Schroter et al. (1996), respectivamente, onde $COT = (FC - FC_{REP}) \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-1} * 10^3$ e $P = (FC - FC_{REP}) \text{ min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$.

Foi bem estabelecido por Hoyt e Taylor (1981) que dentro de um mesmo tipo de andamento, as velocidades onde há menor consumo de O_2 correspondem ao menor COT, ou seja, constituem o andamento menos desgastante para os animais, associado ao retardo da fadiga, e que corresponderia aquele desenvolvido em condições naturais.

A resposta do condicionamento ao exercício é avaliada por parâmetros de VO_2 , FC e lactato sanguíneo (Léguillette et al., 2019). O VO_2 se refere ao consumo de oxigênio pelo organismo numa determinada intensidade de exercício, sendo a medida do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) a taxa máxima que o organismo de um indivíduo tem para captar e utilizar o oxigênio do ar que está inspirando para gerar trabalho (Hodgson e Rose, 1994; Votion et al., 2007), e é mensurado em mL/kg/min, por testes diretos, pela análise de gases respiratórios em sistemas fechados, que

mensuram a inspiração do oxigênio contido em um reservatório, ou sistemas abertos, onde o VO_2 é calculado pelo volume de gases inspirados e expirados (Hodgson e Rose, 1994; Ferraz et al. 2007)

A VO_2 é dependente da capacidade cardíaca de bombeamento de sangue por unidade de tempo, ou seja, do débito cardíaco ou volume cardíaco minuto (Q), assim como da capacidade de extração de oxigênio pelos tecidos periféricos e pode ser representada pela equação de Fick: $VO_2 = Q \times O_2(a-v)$. Por sua vez, Q é o produto do volume de ejeção ventricular (VS) e da FC, ou seja, $Q = VS \times FC$ (Thomas e Fregin, 1981; McMiken, 1983).

A avaliação do lactato sanguíneo pode ser medida durante o exercício, porém suas aplicações são limitadas a um cenário de pesquisa, tornando a FC o método mais fácil e acessível a campo e em laboratório (Bitschnau et al., 2010; Sigler, 2019).

O gasto de energia durante o exercício é resultado da capacidade do sistema circulatório e respiratório, responsáveis por fornecer oxigênio para os tecidos (Vervuert, 2011). A intensidade do exercício de cavalos pode ser representada por meio apenas da velocidade, contudo, esse dado não indica sua demanda metabólica, de forma que, cavalos à mesma velocidade de exercício podem apresentar demandas diferentes, assim, é interessante a associação de outros parâmetros como FC, cálculo de COT e P (Evans, 2000).

2.7 Influência do Estresse

Os principais fatores de estresses para os equinos são o transporte, exercício e mudanças de temperaturas e umidade repentinas, ocasionando uma resposta rápida para a manutenção do equilíbrio térmico, como o aumento das FC e FR. No exercício essa resposta vai variar de acordo com o tempo de duração e a intensidade (Foreman e Ferlazzo, 1996).

Segundo Hodgson e Rose (1994), no início do treino, conforme há aumento da intensidade do exercício, a produção e dissipação do calor aumentam, aumentando, conseqüentemente, temperatura corporal, FC e FR, a fim de reduzir o estresse térmico.

Ferraz et al. (2009) relatam que é comum que a FC de animais atletas aumente em até 100% comparada ao animal em repouso, quando medida antes e após o exercício. Estes fatores podem ocorrer devido à ansiedade frente ao exercício ou prova. Essa ansiedade tem influência principalmente na FC. O protocolo de adaptação à locomoção em esteira, bem como a adaptação ao protocolo do teste, pode minimizar a influência de estímulos externos.

Segundo Hodgson e Rose (1994), a FC pode ser usada como parâmetro para determinar a adaptação do animal ao exercício e ao ambiente. O aumento da FR também é uma válvula de saída para perda de calor em exercício de alto nível e altas temperaturas.

3. OBJETIVOS

No presente trabalho pretendeu-se, por meio da FC determinada durante o exercício e cálculos matemáticos previamente estabelecidos por Schroter et al. (1996) e Williams et al. (2009), calcular o custo de transporte (COT) e a potência (P), ou também conhecida como energia metabólica, do exercício no primeiro contato dos animais à esteira rolante, no teste de adaptação e, após uma semana de fase de adaptação, no teste de estresse 1 (TE1), assim como comparar essas variáveis antes e após um período de seis semanas de treinamento em esteira.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental realizado no presente estudo está de acordo com os princípios éticos adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética e Bem-estar Animal (CEBEA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / UNESP – Campus de Jaboticabal (Protocolo #003773 em 10/12/2021).

4.1 Animais

Para o estudo foram utilizados 13 equinos da raça Puro Sangue Árabe, 10 fêmeas e três machos castrados, com idade média de 24 meses (20 a 30 meses) e peso médio de 380 Kg, disponibilizados por criatórios da raça, indomados e sem treinamento. Os animais foram considerados hígidos após realização de exame físico geral e exame físico específico do sistema locomotor. No período de três meses antes do início do experimento e durante seu transcorrer, os equinos foram mantidos em piquetes de Tifton 85.

Foi feita aferição da FC dos animais em repouso (FC_{REP}) pela manhã para coleta basal.

4.2 Teste de Adaptação (TA)

Antes do período de treinamento, os equinos foram submetidos a um TA, primeiro exercício executado pelos animais, dividido em fase de aquecimento de 3 minutos a 1,7 m/s, seguida por 5 minutos a 3,0 m/s e 11 minutos a 3,6 m/s. Previamente ao TA, os animais foram conduzidos diariamente às instalações do Laboratório de Medicina Esportiva Equina para aclimação ao ambiente e à esteira.

4.3 Testes de Estresse (TE)

O primeiro TE foi realizado uma semana após o TA e, o segundo, após o período de seis semanas de treinamento. Inicialmente, com a esteira no plano horizontal, foi realizado 10 minutos de aquecimento a 1,7 m/s, ao qual se seguirão 10 minutos a 3,2 m/s. Em seguida, a velocidade foi aumentada para 5,8 m/s e mantida durante 20 minutos. Concluída esta etapa, seguiu-se um tiro de 3 minutos a 7,5 m/s. Na sequência, a velocidade foi reduzida para 3,0 m/s durante 5 minutos após a qual foi elevada para 8,5 m/s e mantida por 2,5 minutos. Ao final, foi realizado o desaquecimento ao passo (1,7 m/s) durante 10 minutos (Adaptado de Lorello et al., 2019). Programou-se o desligamento imediato da esteira caso algum cavalo mostrasse sinais de cansaço e não conseguisse acompanhar a sua velocidade.

4.4 Treinamento

O treinamento foi realizado no turno da manhã em esteira rolante por seis semanas, durante as quais cada cavalo foi submetido, em dias alternados, a cinco sessões bissemanais de 40 minutos, totalizando 15 sessões de treinamento para cada animal. Cada treino teve duração de 55 min, dividido em aquecimento de 5 min ao passo e 5 minutos ao trote, treino de 40 minutos e desaquecimento de 5 minutos.

A velocidade utilizada baseou-se na velocidade individual, na qual a concentração de lactato, avaliado com monito bioquímico Accutrend® Plus, atingiu 2 mMol/L (V_2), determinada em um teste de esforço incremental (TEI). Para minimizar a ocorrência de lesões o treinamento foi implantado de modo progressivo, sendo que durante as três primeiras sessões a velocidade foi de 80% da V_2 com a esteira no plano horizontal. Entre a 4^a e 6^a sessões a velocidade foi mantida a 80% de V_2 com 3% de inclinação. Entre a 7^a e 9^a sessões a velocidade foi aumentada para 100% da V_2 e mantida a inclinação de 3%. Por fim, entre a 10^a e 15^a sessões a velocidade foi de 100% da V_2 com a inclinação de 5%.

A Tab. 1 descreve o Programa de Treinamento com respectivas intensidades e frequências, distribuídas nas diferentes sessões de exercícios.

Tabela 1. Programa de Treinamento de equinos jovens da raça Árabe, distribuído de acordo com a velocidade e frequência utilizadas em cada etapa nas sessões de exercícios realizados nas seis semanas de duração.

Etapas		Sessões			
		1 ^a a 3 ^a	4 ^a a 6 ^a	7 ^a a 9 ^a	10 ^a a 15 ^a
Aquecimento	Velocidade (m/s)	1,6/5min +	1,6/5min +	1,6/5min + 3,6/5min	1,6/5min + 3,6/5min
	Inclinação (%)	0	0	0	0
	Duração (min)	10min	10min	10min	10min
	Velocidade (m/s)	80% de V ₂	80% de V ₂	100% de V ₂	100% de V ₂
Exercício	Inclinação (%)	0	3	3	5
	Duração (min)	40	40	40	40
	Velocidade (m/s)	1,6	1,6	1,6	1,6
Desaquecimento	Inclinação (%)	0	0	0	0
	Duração (min)	5	5	5	5

4.5 Obtenção dos Dados e Análise Estatística

Antes de iniciar cada teste, os cavalos foram equipados com Monitor de FC Polar RS800CX GS Equino para os registros de suas frequências. Os eletrodos foram fixados na porção ventral do tórax sobre a pele na altura do choque precordial, sob uma cinta larga de couro passada ao redor do tórax dos animais, chamada de cilha, pela qual também é preso o sistema de segurança da esteira rolante. Os dados dos últimos 2,5 minutos dos testes foram utilizados. Utilizou-se um computador pessoal com software Polar ProTrainer Equine Edition para determinar os valores médios da FC basal e do exercício. Para cálculo das fórmulas de COT e P também foram coletadas outras informações. A pesagem dos animais foi determinada em balança do tipo gaiola, obtendo-se a média destas, e a junção da distância percorrida em

metros, o tempo de exercício em minutos e a velocidade do exercício em m/s foram usados.

O Custo de Transporte (COT) foi calculado por meio da fórmula desenvolvida por Williams et al. (2009): **COT = (FC - FCREP) kg⁻¹ m⁻¹ * 10³**

De forma simultânea, a energia metabólica - potência (P) foi estimada de acordo com a fórmula descrita por Schroter et al. (1996): **P = (FC - FCREP) min⁻¹ kg⁻¹**

Os valores obtidos foram analisados por meio do Programa R© e, os valores médios, comparados pelo Teste T Student (P<0,05) para amostras pareadas. Quando a natureza dos dados não permitiu a utilização de teste paramétrico, foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon.

5. RESULTADOS

No TA pode-se verificar um COT maior quando comparado ao TE1, mesmo em menores velocidades, o que não era esperado, pois conforme a velocidade aumenta, a FC também aumenta, aumentando conseqüentemente o COT. Com essa relação contrária ao esperado, pode-se relacionar o maior valor de COT presente no TA ao estresse dos animais em primeiro exercício na esteira rolante. Também se verificou que no TA os animais alternavam o andamento entre trote e galope, o que não ocorreu no TE1, o qual os animais se mantiveram em galope. Já é descrito que a campo, quando o animal pode escolher a velocidade do andamento, há velocidades em que ele não se mantém por ser desconfortável, reduzindo ou diminuindo-a (Hoyt e Taylor). Como o presente trabalho foi feito em esteira rolante com velocidade definida, os animais alternavam o andamento tentando encontrar o mais confortável, o que aumenta o COT.

Com o aumento da velocidade no TE1 a 8,5 m/s, o COT teve uma diminuição significativa no Teste T Student não paramétrico (p=0,0002). A P não apresentou diferença na comparação entre os dois testes. A Tabela 2 expõe os dados médios especificados das variáveis no TA a 3,6 m/s e TE1 a 8,5 m/s e a Figura 1 representa os valores em média ± desvio padrão do COT dos dois testes.

Tabela 2. Dados médios (média \pm desvio padrão) do custo de transporte (COT) e potência (P) dos equinos no teste de adaptação (TA) com velocidade a 3,6 metros por segundo, no primeiro contato dos equinos à esteira rolante e, após uma semana, no teste de estresse 1 (TE1) com velocidade a 8,5 metros por segundo (m/s).

* Indica diferença significativa pelo teste não paramétrico T de Student ($p=0,00002$).

** Indica que não houve diferença estatisticamente significativa

Variáveis / Testes	COT (bpm/kg/m x 10³)	P (bpm/min/kg)
TA (3,6 m/s)	0,63 \pm 0,13 *	0,13 \pm 0,028**
TE1 (8,5 m/s)	0,24 \pm 0,06 *	0,12 \pm 0,033**

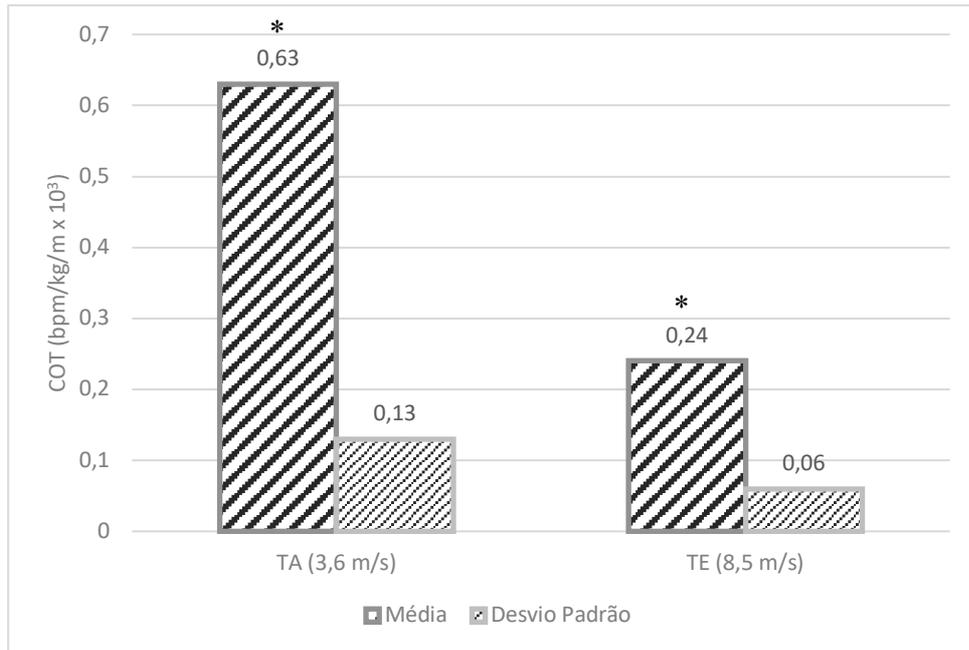


Figura 1. Valores correspondentes a média \pm desvio padrão do custo de transporte (COT) dos equinos no teste de adaptação (TA) com velocidade a 3,6 metros por segundo, no primeiro contato dos equinos à esteira rolante e, após uma semana, no teste de estresse 1 (TE1) com velocidade a 8,5 metros por segundo (m/s).

* Indica diferença significativa pelo teste não paramétrico T de Student ($p=0,00002$).

Quando comparado os dois testes de estresse (TE1 e TE2) o COT e a P foi significativamente menor no TE2, como já se era esperado, já que o condicionamento físico diminui o gasto energético, o COT. No presente foi possível avaliar este condicionamento pelo uso da FC e dos cálculos propostos.

Os valores de COT e P tiveram redução estatisticamente significativa ($p<0,05$) do TE1 para o TE2. A Tabela 3 mostra os dados expressos em média \pm desvio padrão das variáveis no TE1 e no TE2. A Figura 2 representa os valores em média \pm desvio padrão do COT e a Figura 3 os valores em média \pm desvio padrão da P para os dois testes de estresse.

Tabela 3. Dados médios (média \pm desvio padrão) do custo de transporte (COT) e potência (P) dos equinos nos diferentes testes de estresse antes e depois de um período de treinamento de seis semanas.

* Indica diferença significativa pelo Teste de Wilcoxon, paramétrico ($p < 0,05$).

Variáveis / Testes	COT (bpm/kg/m x 10 ³)	P (bpm/min/kg)
TE1	0,24 \pm 0,07 *	0,12 \pm 0,04 *
TE2	0,12 \pm 0,04 *	0,07 \pm 0,02 *

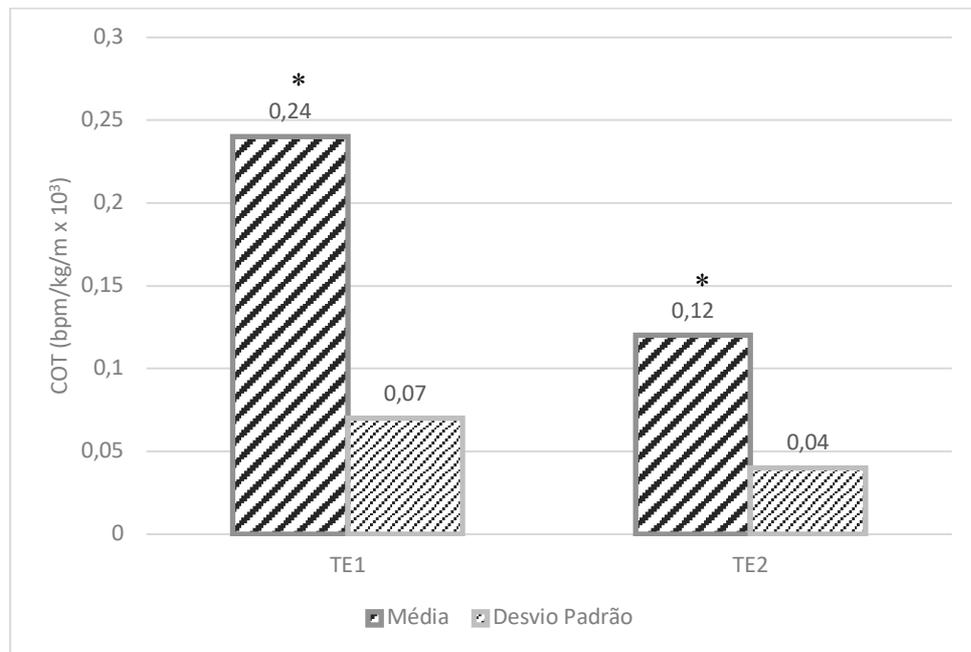


Figura 2. Valores correspondentes a média \pm desvio padrão do custo de transporte (COT) dos equinos nos diferentes testes de estresse antes e depois de um período de treinamento de seis semanas.

* Indica diferença significativa pelo Teste de Wilcoxon, paramétrico ($p < 0,05$).

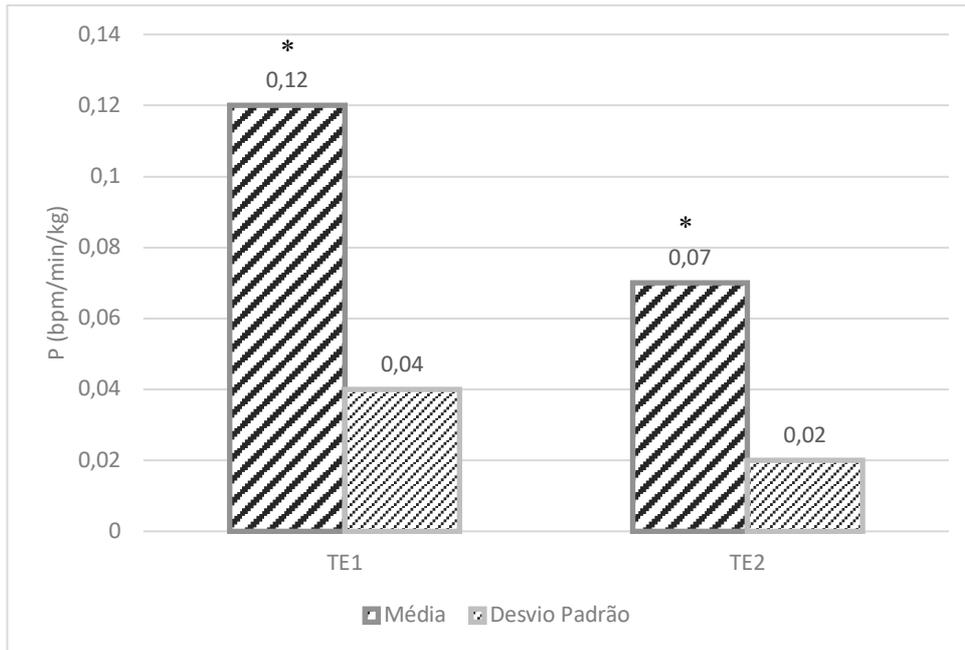


Figura 3. Valores correspondentes a média \pm desvio padrão da potência (P) dos equinos nos diferentes testes de estresse antes e depois de um período de treinamento de seis semanas.

* Indica diferença significativa pelo Teste de Wilcoxon, paramétrico ($p < 0,05$).

6. DISCUSSÃO

O uso da FC foi efetiva na avaliação do condicionamento físico dos animais tanto para avaliação da adaptação dos animais à esteira quanto para avaliar o período de treinamento, sendo possível determinar os valores de COT e P pelos cálculos estabelecidos para avaliação dos animais de maneira fácil e sem grandes custos, já que o custo de um frequencímetro é marcadamente menor ao de um analisador portátil de gases respiratórios, o ergoespirômetro (Hodgson e Rose, 1994; Ferraz et al., 2007).

Os diferentes testes realizados, o emprego da FC basal e FC médias determinadas durante os 2,5 minutos finais dos testes e o peso (Kg), permitiram a determinação dos diferentes esforços realizados por meio dos cálculos do COT e da P.

Quando se comparou os resultados do TA com o TE1, com os cavalos já adaptados à esteira, observou-se valores de COT significativamente menores no segundo, quando os equinos já estavam adaptados à esteira rolante, mesmo com velocidades maiores.

No primeiro teste (TA), realizado à velocidade de 3,6 m/s, com intuito de adaptar os equinos à esteira, os animais não apresentaram andamento uniforme, ou seja, alternaram, constantemente, entre trote e galope. Acredita-se que isto possa ter influenciado para cima os valores da FC e, conseqüentemente, do COT e da P.

Considerando que no TE a velocidade era significativamente maior, a obtenção de FC, COT e P menores não era, portanto, esperada. Assim, estes resultados podem ser atribuídos à inconsistência dos andamentos no primeiro teste, já que, como visto por Hoyt e Taylor (1981), os animais têm uma velocidade economicamente energética para cada tipo de marcha, e essa velocidade apresenta relação com menor valor de COT e, conseqüentemente de VO_2 . Ainda observou que, à campo, havia algumas velocidades em que os animais não se mantinham por muito tempo, o que não é possível na esteira, já que eles devem se manter na velocidade estabelecida, assim como ao estresse pelo primeiro contato de exercício na esteira rolante.

A realização de esforços em velocidades maiores aumenta o COT e a P em equinos regularmente treinados (Piccioni et al., 2013). Segundo Burnley e Jones (2007), à medida que a velocidade é aumentada, amplifica-se o trabalho muscular, há elevação da VO_2 e, conseqüentemente, do COT.

Os valores de COT e P mostraram que na fase inicial de adestramento dos equinos, as demandas energéticas são elevadas. Além das necessidades energéticas, há que considerar que, umas das causas estudadas de fadiga, é o déficit energético, relacionado no exercício à depleção de glicogênio (Kalva Filho, 2019), associada a dores musculares e a ocorrência de lesões. Ademais, a maior intensidade do esforço também pode ser responsável pela ocorrência de distensões, estiramentos musculares e miopatias por esforço, como é o caso da rabdomiólise, causada pela falta de suporte de glicose (Ross e Dyson, 2010).

Na avaliação do treinamento, quando se comparou TE1 e TE2, os valores de COT e P tiveram diferença de valores estatisticamente significativa. Tanto COT quanto P foram menores no TE2, o que já era esperado devido ao condicionamento físico

adquirido durante o treinamento. Os resultados se assemelham com o trabalho de Klein et al. (2020), no qual o treinamento melhorou a capacidade aeróbica e de corrida dos animais, mesmo sem mudança nenhuma na composição corporal deles. Apesar de outras avaliações, como a da musculatura por biópsia não ter sido realizada neste estudo, a diferença da pesagem dos animais antes e após o treinamento não teve grande significância para o presente estudo.

Já foi descrito que os exercícios em esteira rolante são capazes de melhorar a aptidão esportiva por meio de adaptações cardíacas, acentuadamente em animais que realizam o programa de treinamento em esteira aquática, com nível de água alto (Greco-Otto, 2020). Apesar das pesquisas não terem um tempo determinado de treinamento, variando de seis semanas a doze meses, há, de forma geral, uma adaptação vagal e hemodinâmica (Almeida e Araújo, 2003).

Santiago (2010) também concluiu que um período de dez meses de treinamento, dividido em preparação física e aperfeiçoamento das habilidades, melhorou o desempenho dos animais, apesar de este ter sido confirmado pelos valores de lactato e eritrócitos.

7. CONCLUSÃO

Com o presente trabalho conclui-se que animais não adaptados ao método de exercício, no caso à esteira rolante, tem maior COT nessa fase de adaptação, tendo maior necessidade energética, o que já era esperado, sendo possível a avaliação deste condicionamento com o uso da FC.

Foi possível concluir que o programa de treinamento de seis semanas foi capaz de condicionar animais ao exercício físico, reduzindo o COT e a P e, conseqüentemente, resultando em maior resistência dos animais ao exercício físico e menor fadiga, e que o uso da FC, devido à sua direta relação com VO_2 e a existência de cálculos anteriormente estabelecidos para se determinar valores de COT e P, facilita a avaliação do condicionamento destes animais a campo, sem grandes custos.

8. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Árabe (ABCCA) (2019) **Nossa Raça**. Disponível em: <<https://abcca.com.br>>. Acesso em: 26 jun. 2022.

Albernaz RM, Dias DPM, Paulino Junior D, Pascon JPE, Queiroz-Neto A, Lacerda-Neto JC (2011) Respostas eletrocardiográficas de equinos ao treinamento com base na curva velocidade-lactato determinada em esteira rolante. **Ciência Animal Brasileira** 12:163-171

Almeida MB, Araújo CGS (2003) Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** 9:104-12.

Alonso DM, Watanabe MJ, Hussini CA, Montovani CF, Machado LP, Yonezawa LP, Kohayagawa A (2013) O treinamento nos valores da V200, FC pico e distância percorrida de cavalos da raça Árabe e Crioula. **Ciência Rural** 43:722–728.

Bello CAO, Dumont CBS, Souza TC, Palma JM, Lima MM (2012) Avaliação eletrocardiográfica de equinos após exercício de polo (baixo handicap). **Pesquisa Veterinária Brasileira** 32:47-52.

Bertone JJ, Paull KS, Wingfield WE, Boon JA (1987) M-mode echocardiographs of endurance horses in the recovery phase of long-distance competition. **American Journal of Veterinary Research** 48:1708-1712.

Bitschnau C, Wiestner T, Trachsel DS, Auer JA, Weishaupt MA (2010) Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. **Equine Veterinary Journal** 38:17-22.

Burnley M e Jones AM (2007) Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. **European Journal of Sport Science** 7:63-79.

Butcher MT, Hermanson JW, Ducharme NG, Mitchell LM, Soderholm LV, Bertram JEA, Benzuidenhout AJ (2007) Superficial digital flexor tendon lesions in racehorses as a sequela to muscle fatigue: A preliminary study. **Equine Veterinary Journal** 39:540-545.

Capelleto EC, Angeli AL, Graff H (2009) Respostas fisiológicas em quarto-de-milha após prova de tambor. **Revista Acadêmica: Ciência Animal** 7:299-304.

Chope KB (2018) Cardiac/cardiovascular conditions affecting sport horses. **Veterinary Clinics: Equine Practice** 34:409-425.

Cintra AG (2016) **Raças de equinos criadas no Brasil**. Disponível em: <<https://andrecintra.vet.br/2016/08/04/racas-de-cavalos-criadas-no-brasil>>. Acesso em: 22 set. 2022.

Cunningham JG (1999) **Tratado de fisiologia veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 527p.

Dias, DPM, Teixeira LG; Bernardi NS, Gravena K, Albernaz RM, Valadão CAA, Queiroz Neto A, Lacerda Neto JC (2013) Técnica para avaliação da pressão arterial pulmonar de equinos durante o exercício progressivo em esteira rolante. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 33:254-260.

Dudley GA, Tullson, PC, Terjung RL (1987) Influence of mitochondrial content on the sensitivity of respiratory control. **Journal of Biological Chemistry** 262:9109-9114.

Durando MM, Reef VB, Birks EK (2002) Right ventricular pressure dynamics during exercise: relationship to stress echocardiography. **Equine Veterinary Journal** 34:472-477.

Eaton MD, Hodgson DR, Evans DL, Rose RJ (1999) Effects of low-and moderate-intensity training on metabolic responses to exercise in Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal** 31:521-527.

Essén-Gustavsson B, Karlström K, Lindholm A (1984) Fibre types, enzyme activities and substrate utilisation in skeletal muscles of horses competing in endurance rides. **Equine Veterinary Journal** 16:197-202.

Evans DL (2000). Training and fitness in athletic horses. **Rural Industries Research and Development Corporation**, Sidney.

Evans DL (2007) Physiology of equine performance and associated tests of function. **Equine Veterinary Journal** 39:373-383.

Ferraz GC, Soares OAB, Foz NSB, Pereira MC, Queiroz-Neto A. (2010a) The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal** 42:191-195.

Ferraz GC, Teixeira-Neto AR, D'Angelis FH, Lacerda-Neto JC, Queiroz-Neto A (2007) Effect of acute administration of clenbuterol on athletic performance in horses. **Journal of Equine Veterinary Science** 27:446-449.

Ferraz GC, Teixeira-Neto AR, Lacerda-Neto JC, Queiroz-Neto A (2009) Respostas ao exercício de intensidade crescente em eqüinos: alterações na glicose, insulina e lactato. **Ciência Animal Brasileira** 10:1332-1338.

Ferraz GC, Teixeira-Neto AR, Pereira MDC, Linardi RL, Lacerda-Neto JC, Queiroz-Neto AD (2010b) Influência do treinamento aeróbio sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 62:23-29.

Fonseca RG, Kenny DA, Hill EW, Katz LM (2010) The association of various speed indices to training responses in Thoroughbred flat racehorses measured with a global positioning and heart rate monitoring system. **Equine Veterinary Journal** 42:51-57.

Foreman, JH e Ferlazzo, A (1996) Physiological responses to stress in the horse. **Pferdeheilkunde** 12:401-404.

Fraipont A, Van Erck E, Ramery E, Fortier G, Lekeux P, Art T (2012) Assessing fitness in endurance horses. **The Canadian Veterinary Journal** 53:311.

Freitas EVV (2005) Fisiologia do exercício físico de equinos. **ZOOTEC**, Campo Grande.

Gehlen H, Bubeck K, Stadler P (2004) Pulmonary artery wedge pressure measurement in healthy warmblood horses and in warmblood horses with mitral valve insufficiencies of various degrees during standardised treadmill exercise. **Research in veterinary science** 77:257-264.

Gonçalves JA (2018) **Avaliação de condicionamento físico em equinos de concurso completo de equitação submetidos a treinamento intervalado.** 55 f.

Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Greco-Otto P, Bond S, Sides R, Bayly W, Leguillette R (2020) Conditioning equine athletes on water treadmills significantly improves peak oxygen consumption. **Veterinary Record** 186:250-250.

Hackett RP, Ducharme NG, Gleed RD, Mitchell L, Soderholm LV, Erickson BK, Erb HN (2003) Do Thoroughbred and Standardbred horses have similar increases in pulmonary vascular pressures during exertion?. **Canadian Journal of Veterinary Research** 67:291-296.

Hill EW, Gu J, Eivers SS, Fonseca RG, McGivney BA, Govindarajan P, Orr N, Katz LM, MacHugh D (2010) A sequence polymorphism in MSTN predicts sprinting ability and racing stamina in thoroughbred horses. **PloS One** 5:2-7.

Hinchcliff KL, Kaneps AJ, Geor R (2004) **Equine Sports Medicine and Surgery** Edinburgh, UK: Saunders. 1364p.

Hodgson DR, McKeever KH, McGowan CM (2014). **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. 2 ed. Philadelphia: Saunders, 408p.

Hodgson DR, Rose RJ (1994) **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine** Philadelphia: Saunders, 497p.

Hoyt DF e Taylor CR (1981) Gait and the energetics of locomotion in horses. **Nature** 292:239-240.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2021) **Rebanho de Equinos (cavalos)**. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/equinos/br>>. Acesso em: 17 junho 2022.

Instituto Enduro Brasil (IEB) (2022) **Enduro**. Disponível em:<http://enduroonline.com.br/endurance_news.php>. Acesso em: 20 ago 2022.

Jain NC (1993) **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea e Febiger 76-250.

Kingston JK, Soppet GM, Rogers CW, Firth EC (2006) Use of a global positioning and heart rate monitoring system to assess training load in a group of thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal** 38:106-109.

Kalva Filho CA (2019) **Influência do glicogênio muscular sobre a origem da fadiga em diferentes domínios de intensidade**. 190 f. Tese (Doutorado em Medicina) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), Ribeirão Preto.

Klein DJ, McKeever KH, Mirek ET, Anthony TG (2020) Metabolomic response of equine skeletal muscle to acute fatiguing exercise and training. **Frontiers in Physiology** 11:110.

Lacombe VA, Hinchcliff KW, Taylor LE (2003) Interactions of substrate availability, exercise performance, and nutrition with muscle glycogen metabolism in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association** 223:1576-1585.

Léguillette R, Greco-Otto P, Sides R, Bond SL, El Alami S, Bayly W (2019) Relative aerobic and anaerobic energy contribution in race fit endurance and Thoroughbred racehorses during strenuous exercise. **Comparative Exercise Physiology** 15:299-306.

Lera KRJL. (2021). **Efeitos do treinamento na avaliação ultrassonográfica de tendões e ligamentos dos membros torácicos de equinos**. 30 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal.

Lorello O, Ramseyer A, Burger D, Gerber V, Navas de Solis C (2019) Cardiovascular variables in eventing and endurance horses over a season. **Journal of Veterinary Cardiology** 21:67-78.

Manohar M (1993) Pulmonary artery wedge pressure increases with high-intensity exercise in horses. **American Journal of Veterinary Research** 54:142-146.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2021) **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/equideocultura/anos-anteriores/revisao-do-estudo-do-complexo-do-agronegocio-do-cavalo> >. Acesso em: 03 out. 2022.

Marlin D, Nankervis K (2002) **Equine Exercise Physiology**. Great Britain: John Wiley e Sons, 304p.

Marques MS, Fernandes WR, Coelho CS, Mirandola RM (2002) Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e de cortisol sérico em cavalos de corrida. **A Hora Veterinária** 22:29-32.

McConaghy FF, Hodgson DR, Rose RJ, Hales JRS (1996) Redistribution of cardiac output in response to heat exposure in the pony. **Equine Veterinary Journal** 28:42-46.

McKeever KH e Hinchcliff KW (1995) Neuroendocrine control of blood volume, blood pressure and cardiovascular function in horses. **Equine Veterinary Journal** 27:77-81.

McMiken DF (1983) An energetic basis of equine performance. **Equine Veterinary Journal** 15:123-133.

Michima LE dos Santos, Latorre SM, Andrade AFC, Fernandes WR (2004) B-mode and M-mode echocardiography of endurance horses raised in São Paulo State, Brazil. **Journal of Equine Veterinary Science** 10:451-457.

Physick-Sheard PW (1985) Cardiovascular response to exercise and training in the horse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice** 1:383-417.

Piccione G, Messina V, Bazzano M, Giannetto C, Fazio F (2013) Heart rate, net cost of transport, and metabolic power in horse subjected to different physical exercises. **Journal of Equine Veterinary Science** 33:586-589.

Prates RC, Rezende HHCD, Lana ÂMQ, Borges I, Moss PCB, Moura RSD, Rezende ASCD (2009) Heart rate of Mangalarga Marchador mares under marcha test and supplemented with chrome. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:916-922.

Regatieri IC, Pereira GL, Neto ART, Ferraz GC, Curi RA, Queiroz-Neto A (2017) Polymorphisms in MCT1, CD147, PDK4, and DMRT3 genes in Arabian and Quarter Horses. **Journal of Equine Veterinary Science** 48:161-165.

Robert C, Goachet AG, Fraipont A, Votion DM, Van Erck E, Leclerc JL (2010) Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. **Equine Veterinary Journal** 42:98-104.

Rose RJ, Allen JR, Hodgson DR, Stewart JH, Chan W (1983) Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. **The Veterinary Record** 113:612-618.

Ross MW e Dyson SJ (2010) **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 2 ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 1424 p.

Santiago JM (2010) **Avaliação do treinamento de equinos de concurso completo de equitação**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Schroter RC, Baylis E, Marlin DJ (1996) Gait estimated net cost of transport and heat production at different speeds in Three-day-event horses. **Equine Veterinary Journal** 28:16-23.

Sigler DH (2019) **Conditioning and Retraining the Equine Athlete**. Disponível em: <<https://agrilifecdn.tamu.edu/animalscience/files/2012/04/conditioning-and-retraining-theequine-athlete.pdf>>. Acesso em: 01 out 2022.

Snow DH (1981) Myosin types in equine skeletal muscle fibers. **Research in Veterinary Science** 30:381-382.

Swenson MJ, Reece WO (2006) **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 856p.

Thomas DP e Fregin GF (1981) Cardiorespiratory and metabolic responses to treadmill exercise in the horse. **Journal of Applied Physiology** 50:864-868.

Van Loon LJ, Greenhaff PL, Constantin-Teodosiu D, Saris WH, Wagenmakers AJ (2001) The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. **The Journal of physiology** 536:295-304.

Van Oldruitenborgh-Oosterbaan MMS e Clayton HM (1999) Advantages and disadvantages of track vs. treadmill tests. **Equine Veterinary Journal** 31:645-647.

Vervuert I (2011) Energy metabolism of the performance horse. **European Equine Health and Nutrition Congress (EEHNC)** 15-16.

Vieira WS (2011) **Perfil bioquímico e capacidade antioxidante total em cavalos de suplementados com selênio e vitamina E**. 49 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (Patologia e Ciências Clínicas) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Votion DM, Navet R, Lacombe VA, Sluse F, Essén-Gustavsson B, Hinchcliff KW, Valberg S (2007) Muscle energetics in exercising horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology** 4:105-118.

Williams RJ, Nankervis KJ, Colborne GR, Marlin DJ, Schroter RC (2009) Heart rate, net transport cost and stride characteristics of horses exercising at walk and trot on positive and negative gradients. **Comparative Exercise Physiology** 6:113-119.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1 Manejo dos animais

Os animais foram alojados em pastagens anexas ao Setor de Equinocultura da FCAV/UNESP e incluídos em programa regular anual de controle de endoparasitas (Equest® Pramox, Zoetis, SP, BR) e vacinados contra Influenza, Encefalomyelites Leste e Oeste e Tétano (Fluvac Innovator®, Zoetis, SP, BR).

Exceto por aceitarem, com limitações, a colocação de cabresto para escovação e casqueamento, os animais eram considerados chucros. O adestramento básico consistiu em conduzi-los às baias para receberem a ração concentrada. Em seguida, os potros eram delicadamente cabresteados e conduzidos até um gramado anexo no qual lhes era ensinado a atender o comando de pressão do cabresto. Após aprenderem minimamente a caminhar puxados pelo cabresto, os potros eram levados ao troco de contenção para escovação com objetivo da retirada de cócegas, acostumando-os ao toque pelo corpo, pois, para a realização dos testes de esforço na esteira rolante é necessária uma cilha ajustada no peitoral dos equinos a qual é presa por um mosquetão à cinta de segurança da esteira, um dispositivo que desliga a esteira caso o cavalo se canse e não consiga acompanhar a velocidade da esteira. Ao ser acionado, este dispositivo desliga imediatamente a esteira e para a sua rotação a impedir que os potros sejam arremessados para trás.

Os animais também foram manejados no redondel para iniciar a doma racional.

Quanto a alimentação, para posterior projeto, os animais foram divididos em 2 grupos, onde um se alimentava de alto teor de fibra e outro de amido. Pode-se presumir que as diferentes alimentações levaram a diferentes respostas durante o treinamento dos animais.

9.2 Exames clínicos

Os equinos foram submetidos a avaliações clínicas geral e das estruturas musculares, tendinosas e articulares, assim como do andamento, por meio de exame físico, uma vez por semana, ou sempre que algum animal demonstrou mudança de

comportamento durante o período de seis semanas. Foram observadas: frequências cardíaca e respiratória, temperatura corporal; perfusão das membranas mucosas, tempo de preenchimento capilar (TPC); motilidade intestinal; turgor cutâneo e qualidade do pulso digital. Para avaliação do estado geral, além do escore corporal, foram considerados brilho da pelagem e comprimento dos pelos.

O escore da condição corpórea (ECC) foi determinado com base na tabela desenvolvida por HENNEKE et al. (1983). Quanto às estruturas musculoesqueléticas, primeiramente realizou-se a inspeção dos animais em repouso, para identificação de aumentos de volume, cicatrizes ou lesões. Em seguida, os animais foram trotados, puxados à mão pelo cabresto, para avaliação da movimentação dos membros, pescoço e cabeça, a fim de detectar possíveis claudicações. Em seguida, foi realizada, avaliação da sensibilidade e rigidez muscular do pescoço, lombo, garupa e membros, assim como de tendões e articulações distais dos membros.

9.3 Adaptação a esteira

Antes do período de treinamento, os equinos foram conduzidos diariamente às instalações do Laboratório de Medicina Esportiva Equina para aclimação ao ambiente e adaptação ao trabalho em esteira rolante até que conseguissem executar diferentes andamentos. No primeiro dia, com todos os animais juntos, em fila, puxados pelo cabresto por membros da equipe, os potros foram acostumados a atravessar a manta da esteira disposta no meio do LMEE, entrando através dessa por trás, parando no por 30s na metade desta, cruzando-a e saindo pela frente. Em seguida, contornavam o prédio do LMEE, retomavam ao final da fila e voltavam a cruzar a esteira assim com a extensão do LMEE. Quando se considerava que a manobra estava sendo realizada com tranquilidade e firmeza e nunca por mais de 15 min, encerrava-se o procedimento do dia. No dia seguinte, após serem posicionados na esteira, contidos sob cabresto, abaixava-se então a barra de contenção para que não pudessem ultrapassar os limites da manta de rolagem. A esteira era então acionada e baixa velocidade, com os potros contidos pelo cabresto para que não pudessem ir para trás e estimulados a andar para frente por estimulação vocal. No segundo dia foi possível fazer os potros caminharem ao passo, trotar e galopar em baixa velocidade.

No terceiro dia, focou-se no trabalho ao trote e ao galope, considerando-se os equinos adaptados para realização dos teste de estresse, teste de esforço progressivo e posterior treinamento em esteira rolante.

A realização do trabalho com o uso de potros praticamente chucros requereu que estes passassem previamente por período de dois meses de doma racional. A adaptação à esteira rolante foi efetuada em três dias.

9.4 Ocorrências

Os distúrbios clínicos observados no transcorrer dos testes e do treinamento não impediram que todos os potros concluíssem todas as etapas do programa de treinamento. Quatro potras apresentaram diminuição do apetite no decorrer do treinamento, porém voltaram a se alimentar normalmente após receberem omeprazol oral.

Além do sinal de apetite caprichoso e diminuição de ingestão de ração, dois animais tiveram graus de claudicação classificada como grau 1 e grau 2, de acordo com a escala para avaliação de claudicação da American Association of Equine Practitioners (AAEP), apresentada na Tabela 1A. A claudicação dos animais durante o treinamento confirmou a ocorrência de lesões musculoesqueléticas, em especial tendinites, comumente ocorrentes nos membros torácicos, conforme citado por Butcher et al. (2007) e Lera (2021).

9.5 Conclusões

Mesmo não sendo o objetivo do trabalho, conclui-se que é necessário um acompanhamento das estruturas musculoesqueléticas, visto que ainda em fase de adaptação ao exercício, as lesões se fazem presentes. Animais, como atletas, devem ter um preparo e cuidados das estruturas musculoesqueléticas, assim como atletas humanos, como os jogadores de futebol, já que muitas lesões estão associadas ao exercício físico.

Também nessa fase de adaptação nota-se maior necessidade energética, sendo necessário mais pesquisas na área de nutrição na fase de potros em início de

doma e treinamento, o que pouco se acha na literatura e já que o COT desses animais é maior com todos os fatores de estresse e adaptação do que em treinamento. As referências hoje encontradas na literatura baseiam a nutrição dos equinos em potros, de diferentes graus de comportamento, animais em manutenção e animais em treinamento, não tendo referências para animais em doma e/ou início de treinamento.

10. APÊNDICE 1

Dados das variáveis utilizadas nos cálculos das fórmulas de COT e P do presente trabalho:

PESO (Kg)	
TA	
Maior	342
Menor	282
Média	313
TE1	
Maior	342
Menor	282
Média	313
TE2	
Maior	362
Menor	278
Média	324

FC (bat/min)	
TA	
Maior	184
Menor	95
Média	141
TE1	
Maior	210
Menor	67
Média	131
TE2	
Maior	160
Menor	60
Média	98

FC repouso (FC)	
Maior	42
Menor	32
Média	35

Distância (m)		Velocidade (m/s)	
TA	540	TA	3,6
TE1	1275	TE1	8,5
TE2	1275	TE2	8,5

11. APÊNDICE 2

Durante a fase de treinamento, 2 dos animais apresentaram claudicação do membro torácico, classificada como grau 1 e grau 2, de acordo com a escala para avaliação de claudicação da American Association of Equine Practitioners (AAEP), apresentada na Tabela 1A.

Tabela 1A. Escala de avaliação do grau de claudicação da American Association of Equine Practitioners (AAEP) utilizada para avaliação dos animais em treinamento.

Grau	Descrição da claudicação
1	Claudicação de difícil observação e não é consistentemente aparente independente das circunstâncias (transporte de peso, círculos, inclinação, superfície dura etc.).
2	Claudicação de difícil observação ao passo ou ao trote em linha reta, mas é consistentemente aparente sob certas circunstâncias (transporte de peso, círculos, inclinação, superfície dura etc.).
3	Claudicação consistentemente observada ao trote em todas as circunstâncias.
4	Claudicação óbvia: movimento de cabeça evidente e encurtamento do passo.
5	Mínima sustentação de peso na locomoção e/ou repouso; incapacidade de locomoção (impotência funcional do membro).

Fonte: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/36573>