UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA CÂMPUS DE ARAÇATUBA

ANÁLISE BIOMECÂNICA DO ANDAMENTO EM POTROS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NOS PRIMEIROS 15 DIAS DE VIDA

Lilian Utraga dos Santos

Médica Veterinária

ARAÇATUBA - SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA CÂMPUS DE ARAÇATUBA

ANÁLISE BIOMECÂNICA DO ANDAMENTO EM POTROS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NOS PRIMEIROS 15 DIAS DE VIDA

Lilian Utraga dos Santos

Orientadora: Profa. Adjunto Juliana R. Peiró

Coorientadora: Dra. Lina Maria Wehrle Gomide

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica ARAÇATUBA – SP 2018).

ARAÇATUBA - SP

2018

Catalogação na Publicação(CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNE

Santos, Lilian Utraga dos

P192c Análise biomecânica do andamento em potros da raça mangalarga marchador nos primeiros 15 dias de vida) / Lilian Utraga dos Santos.

Araçatuba: [s.n], 2018.

45f. il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária, 2018

Orientador: Juliana Regina Peiró

Coorientador: Lina Maria W. Gomide

1. Equinos. 2. Equimetrix®. 3. Acelerometria. I. T.

CDD 636.10896

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE BIOMECÂNICA DO ANDAMENTO EM POTROS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NOS PRIMEIROS 15 DIAS DE VIDA

AUTORA: LILIAN UTRAGA DOS SANTOS
ORIENTADORA: JULIANA REGINA PEIRO
COORIENTADORA: LINA MARIA WEHRLE GOMIDE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA ANIMAL, área: Fisiopatologia Médica e Cirúrgica pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. JULIANA REGINA PEIRO
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp

Profa. Dra. FLAVIA DE ALMEIDA LUCAS
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp

Prof. Dr. JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - Câmpus de Jaboticabal/Unesp

Araçatuba, 15 de janeiro de 2018.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Lilian Utraga dos Santos – nascida em Pacaembu, São Paulo, em 10 de dezembro de 1990. Graduada em Medicina Veterinária pelas Faculdades Adamantinenses Integradas – Adamantina, São Paulo em 2013. Aprimoranda no programa de Práticas Hospitalares Veterinárias, na área de Clínica Cirúrgica de Grandes Animais pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, Campus Araçatuba entre 2014 e 2016. Discente do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal pela mesma instituição desde março de 2016, Bolsista Demanda Social CAPES.

“Eu sou o que sou e eu não tenho vergonha. "Nunca se envergonhe” meu velho pai costumava dizer, “há alguns que vão usar isso contra você, mas com eles não vale a pena se incomodar.” (J.K. Rolling, em Harry Potter e o Cálice de Fogo).

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que acreditaram neste trabalho e fizeram deste sonho, nossa conquista.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, pelos conselhos, palavras de apoio e que abraçaram com amor e perseverança os meus sonhos. Sou eternamente grata por tudo que fizeram e fazem por mim.

A minha orientadora Juliana, primeiramente pela oportunidade de receber sua orientação, pelo conhecimento que compartilhou, pela paciência com minhas limitações, por todo ensinamento, tenho a mais sincera gratidão.

A minha coorientadora Lina, agradeço a oportunidade que me foi dada, por compartilhar seu conhecimento e por todo ensinamento que recebi diariamente nesses anos.

As minhas companheiras no projeto, Rafaela, Taís e Carolina que se dedicaram ao projeto para que tudo desse certo. Vocês também trabalharam duro e o mérito deste trabalho também é de vocês.

Aos residentes do Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira”, especialmente a Daniela, que sempre ajudou nas avaliações quando precisamos.

Aos colegas do grupo de estudos, GEEQUI, mais uma vez a Rafaela e aos membros Ana Lyssa e César que se dispuseram a ajudar no que fosse preciso, pela dedicação e amizade de cada um.

A coordenadora da pós graduação e aos funcionários da sessão de pós graduação, pelo serviço e dedicação aos alunos.

Aos funcionários do Hospital Veterinário, pela amizade oferecida ao longo desses anos.

Aos funcionários da biblioteca, em especial a Isabel por sua dedicação à nós alunos e sua disponibilidade.

A Cássia da cantina, por ouvir meus desabafos.

Aos amigos de longa data, João César, Géssica, Alisson e Diego que acompanharam o início desta trajetória e compreenderam as minhas ausências, mas que mesmo à distância me acompanham e moram no meu coração. Aos meus amigos de viagem Augusto e Raquel, não apenas pelas caronas, mas pela amizade que fizemos.

Ao Renan que além de namorado, se tornou um grande e fiel amigo, apoiando mesmo nos momentos de alegria e tristeza, compreendendo a minha ausência.
A demanda social CAPES pela bolsa.
E a FAPESP pelo equipamento de análise biomecânica Equimetrix® (Processo 2014/18232-8).
Caso tenha esquecido de alguém, peço desculpas, mas sou grata a todos que ajudaram não só no projeto, mas com a amizade.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
REVISÃO DE LITERATURA	18
MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 SELEÇÃO DOS ANIMAIS	22
3.2 OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS	22
3.3 ANÁLISE DO ANDAMENTO	22
3.4 VARIÁVEIS OBTIDAS	25
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE ABREVIATURAS

cm = centímetros

CP = comprimento da passada

DDV = deslocamento dorsoventral

EPM = erro padrão da média

FP = frequência da passada

GPS = Global Positioning System

Hz = hertz

km/h = quilômetro por hora

m = metros

m/s = metros por segundo

P = propulsão

PDV = potência dorsoventral

PML = potência mediolateral

PT = potência total

USB = Universal Serial Bus

W/kg = Watts por quilograma

ANÁLISE BIOMECÂNICA DO ANDAMENTO EM POTROS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR NOS PRIMEIROS 15 DIAS DE VIDA

RESUMO

Nosso estudo avaliou as características biomecânicas (comprimento e frequência da passada, deslocamento dorsoventral, potência dorsoventral, propulsão, potência médio lateral e potência total) de potros da raça Mangalarga Marchador, comparando com os melhores animais adultos da propriedade com o objetivo de identificar precocemente características desejáveis da marcha. Foram avaliados doze potros nos primeiros quinze dias de vida e dez adultos, em uma mesma propriedade. A obtenção das variáveis cinemáticas e cinéticas foi realizada com o equipamento de análise de andamento Equimetrix® (Centaure Métrix, Fontainebleau, France) e a velocidade acompanhada com uso de GPS preso no braço do treinador. Foi realizada a comparação dos dois grupos, ao passo e à marcha. Nossos resultados demonstraram que ao passo podem ser observadas precocemente nesta raça a frequência e a simetria desde o nascimento e a regularidade a partir do décimo primeiro dia de vida. Em relação à marcha, a regularidade foi o único parâmetro consistente desde o nascimento.

Palavras-chave: equinos, Equimetrix®, acelerometria

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE MANGALARGA MARCHADOR RACE IN THE FIRST 15 DAYS OF LIFE

SUMARRY

The aim of this study was to compare the biomechanical characteristics of gait (length and frequency of the gait, dorsoventral displacement, dorsoventral power, propulsion, lateral power mean and total power) of foals and adult animals from Mangalarga Marchador breed to identify early characteristics of gait. Twelve foals were evaluated during the first 15 days of life and the results were compared to the mean values recorded from 10 adult horses. Kinematic and kinetic variables were obtained with Equimetrix (Centaure Métrix, Fontainebleau, France), and speed was monitored using a GPS attached to the trainer's arm. Step and marcha gait analyses were compared between groups. At walk, our results demonstrated that frequency and symmetry are similar to adults and can be observed early in foals since the day of birth whereas regularity is characteristic for this breed from the 11th day of life on. Regarding gait, regularity was the only consistent parameter since birth.

Key words: Equine, Equimetrix®, Accelerometry

1 INTRODUÇÃO

A raça Mangalarga Marchador, surgiu a cerca de 200 anos no sul de Minas Gerais, do cruzamento entre um garanhão da raça Alter com éguas nativas. Esses cruzamentos deram origem a animais de porte elegante, beleza plástica, temperamento dócil e próprios para montaria (ABCCMM, 2017).

São cerca de onze mil associados e mais de seiscentos mil animais registrados segundo a Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM, 2017). Para obter registro os animais, a partir de seis meses de idade, passam por avaliações rigorosas de conformação e andamento que são estabelecidas pela Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) juntamente com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A marcha, andamento natural e simétrico da raça Mangalarga Marchador, se caracteriza pelo apoio alternado dos bípedes laterais e diagonais em quatro tempos, intercalados por momentos de tríplice apoio, reações suaves e pouco deslocamento vertical do centro de gravidade (NASCIMENTO, 1999).

Existem grandes variações neste andamento que podem ser simplificados em marcha batida deslocamento dos bípedes em diagonal, aproximando-se do trote e marcha picada em que os membros se movimentam predominantemente com os bípedes laterais, aproximando-se, em seus extremos, da andadura (PROCÓPIO, 2005).

As avaliações do andamento são feitas por técnicos experientes e registrados pelas associações de criadores de cavalos, cujo objetivo é encontrar animais com passadas amplas e elásticas que cubram a maior distância com o menor número de passadas no ritmo de andamento natural (LAGE,2001; BRETAS, 2006; PROCÓPIO et al., 2007) e o fator determinante para nota final atribuída é a qualidade da marcha do animal. Entretanto as avaliações qualitativas são

subjetivas, ou seja, baseadas no julgamento do observador e quase sempre leva à discordância entre árbitros (BACK et al., 1993).

Devido às falhas apresentadas nos métodos qualitativos, estudos buscam através de métodos quantitativos, auxilio na avaliação do andamento dos equinos. Os dados quantitativos são obtidos das mensurações cinéticas e cinemáticas e tem como principal objetivo a análise das características do movimento (POWERS; HARRISON, 1999), usando como base a biomecânica, disciplina que descreve e explica os movimentos utilizando termos, métodos e leis da mecânica (LEACH, 1983).

Na equideocultura a análise biomecânica refere-se aos aspectos do rendimento atlético, da morfologia e da prevenção de lesões (CHRISTOVÃO et al., 2007). A análise biomecânica pode ser dividida em duas categorias, cinética é a área da biomecânica que estuda as forças que criam e alteram o movimento (CLAYTON, 2004), método pelo qual se estuda a determinante do movimento (BARREY, 1997) e a cinemática estuda as mudanças de posição dos segmentos corporais no espaço durante um determinado período de tempo.

A análise cinemática (comprimento e frequência da passada, deslocamento dorsoventral, regularidade e simetria da passada) e cinética (propulsão, potência dorsoventral, potência mediolateral e potência total) permite que se quantifique as características da marcha equina, frequentemente avaliadas nas provas de marcha.

Os sistemas de avaliação padrão, que utilizam videogrametria, requerem que o equino se movimente dentro dos limites de visão da câmera, por isso, muitas análises cinemáticas são realizadas em esteira rolante (KRAMER; KEEGAN, 2014), porém também é possível estudar a locomoção a campo. O método acelerométrico, para a análise biomecânica do movimento a campo, mostra vantagens com relação à videogrametria, pois permite obter dados cinemáticos e cinéticos sem a necessidade de limitação do campo para a filmagem e de câmeras de boa resolução, além de possuir um processamento dos dados mais rápido com custos reduzidos.

Para a análise biomecânica, o equino deve se movimentar a velocidade constante, assim, as medidas temporais são bastante consistentes entre passadas. Maiores variações são encontradas entre diferentes animais do que em relação a passadas consecutivas do mesmo animal (CLAYTON, 2004). O controle da velocidade do movimento é necessário, pois muitos parâmetros cinemáticos são dependentes da velocidade (CLAYTON, 2004; KRAMER; KEEGAN, 2014; LELEUA et al., 2005).

O Equimetrix® é utilizado a campo o que torna os dados mais próximos à realidade. Outra vantagem é que o equipamento Equimetrix® utiliza apenas um sensor fixo através de uma cinta na região caudal ao esterno, enquanto os demais equipamentos necessitam de dois ou mais sensores. Existem diversos relatos publicados utilizando o aparelho e demonstrando sua eficiência mesmo nas avaliações a campo (BARREY, 1999; BARREY, 2002; BARREY, 2014). No Brasil, o Equimetrix® foi utilizado para comparar os dados biomecânicos do andamento (passo e marcha) de potros da raça mangalarga marchador com idade superior a 30 dias (SOARES, 2017).

O presente estudo avaliou a evolução do andamento no decorrer dos primeiros 15 dias de vida considerando as características biomecânicas (comprimento e frequência da passada, deslocamento dorsoventral, regularidade e simetria da passada, força de propulsão, potência dorsoventral, potência mediolateral e potência total), utilizando o equipamento de análise do movimento Equimetrix®, comparando-as com os resultados de animais adultos da raça e da mesma propriedade. O objetivo foi identificar precocemente animais que apresentariam as características desejáveis do padrão da marcha na raça Mangalarga Marchador.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros estudos sobre a locomoção equina começaram com Aristóteles (384 a 322 A.C.) que observou a coordenação dos animais quadrúpedes (SMITH; ROSS, 1910). A primeira tentativa para explicar o movimento dos mamíferos por

análises mecânicas e a determinação do centro de gravidade foi realizada por Borelli (1608-1679), (CLAYTON; SCHAMHARDT, 2001). Antes da cinematografia, os estudos do movimento equino eram analisados e observados pelo som dos cascos batendo no solo, porém os dados obtidos eram imprecisos e continha alguns erros, na descrição do movimento. Esse método continua a ser utilizado (CLAYTON, 2001).

Pesquisas sobre a locomoção dos equinos foram conduzidas no século XIX utilizando pela primeira vez métodos cinematográficos por Marey em 1873 e 1894 para avaliar as características temporais em diferentes andamentos. Concomitantemente, Eadweard Muybridge (1887) realizou uma série de fotografias de um equino em movimento e observou que a câmera capturou movimentos que o olho humano não era capaz de visualizar. Em 1893, Lenoble du Teil avaliou a distribuição de peso dos equinos entre membros anteriores e posteriores (SMITH; ROSS, 1910).

No Brasil pesquisas sobre a locomoção dos equinos começaram na década de 30, sobre a posição do centro de gravidade (CHIEFFI, 1939). Na década seguinte, os estudos se voltaram para avaliar a marcha nos cavalos da raça Mangalarga Marchador (1943) e diferentes fases na andadura (1945 e 1946). Em sua tese publicada em 1949, Chieffi descreveu que havia pouco ou nada relatado na literatura sobre a transição entre as andaduras (CLAYTON, 2001).

Após o fim da Segunda Guerra Mundial as pesquisas sobre locomoção equina foram retomadas com o trabalho de Fredricson (1970) que realizou uma análise quantitativa do movimento dos cascos utilizando filmagem em alta velocidade (CLAYTON, 2001). Com o crescimento do interesse pelos esportes equestres e a organização de modalidades como rédeas e enduro em grandes eventos surgiram os Jogos Equestres Mundiais em Estocolmo em 1990 (PERREIRA, 2016).

A videogrametria e os marcadores na pele dos animais foram largamente utilizados por diversos pesquisadores do século XX, porém a maioria das pesquisas modernas ignorava que os marcadores poderiam não estar no local correto e sofrer

interferência das câmeras. Os marcadores evoluíram para lâmpadas de diodos emissores de luz (LED) colocados na pele sobre as protuberâncias ósseas articulares (SCHLUP, 2010).

Atualmente a videogrametria ainda é a técnica de análise cinemática mais difundida entre pesquisadores, utilizando câmeras de alta resolução aliados a programas computacionais para processamento e análise de dados (CLAYTON; SCHAMHARDT, 2001). Os resultados podem ser usados para o aperfeiçoamento do treinamento, prevenção ou diagnóstico de alterações no aparato locomotor e acompanhamento evolutivo do treinamento ou tratamento (BACK et al., 1993; FREDRICSON et al., 1980).

Os sistemas padrão que utilizam a videogrametria, requerem além do apoio computacional para processamento e cálculo de grande quantidade de dados, que o equino se movimente dentro dos limites de visão da câmera, por isso, muitas análises cinemáticas são realizadas em esteira rolante (KRAMER; KEEGAN, 2014), mas também é possível realizar a análise da locomoção em pista experimental, o que torna os dados obtidos mais próximos da realidade (BARREY et al., 2002; BARREY, 2014).

As análises de videogrametria, sejam realizadas em esteira rolante ou pista experimental, requerem ainda a utilização de marcadores corporais reflexivos nas articulações para calibração do espaço, captura e digitalização das imagens, permitindo que cada segmento seja avaliado, através do movimento articular (CLAYTON; SCHAMHARDT, 2001). Porém deve-se tomar cuidado com esse tipo de análise, pois o posicionamento dos marcadores em locais de difícil palpação ou em que a individualização das estruturas é imprecisa, podendo levar a resultados duvidosos (LICKA et al., 2001).

Outra técnica para análise biomecânica do movimento é o método acelerométrico cuja principal vantagem é a simplicidade da técnica de medição tanto em condições a campo quanto em laboratório. A principal limitação deste método é que as medidas são dadas apenas por um segmento em relação a um conjunto de eixos corporais (BARREY, 1999). Para a análise biomecânica a campo, o método

acelerométrico mostra vantagens em relação à videogrametria, pois permite obter dados cinemáticos e cinéticos sem a necessidade de câmeras de alta resolução em um campo limitado para a filmagem, além do processamento de dados ser mais rápido (BARREY et al., 2002; BARREY, 2014; BURLA et al., 2014; KEEGAN et al., 2004; NANKERVIS et al., 2008).

Houve grandes avanços nos sensores e na tecnologia de análise de imagem, tornando possível aplicar técnicas cinéticas e cinemáticas tanto em laboratórios quanto a campo. Após extensas pesquisas sobre o fundamento e metodologia da locomoção equina, a biomecânica pode ser considerada uma ciência madura, atualmente fornecendo aplicações práticas para quantificação e prevenção de lesões no aparato locomotor, bem como durante o treinamento e avaliação de desempenho (BARREY, 1999). Tais avanços são importantes para toda a comunidade científica, pois possibilita a popularização de tais métodos bem como a sua aplicação em diversos setores da indústria equina (BARREY, 1999). De forma semelhante, a acelerometria também permite diferenciar cães saudáveis daqueles que possuem alguma alteração locomotora (BARTHÉLÉMY et al., 2009).

Os acelerômetros, quando acoplados ao esterno de equinos, também foram utilizados para demonstrar a aceleração dorsoventral, picos de aceleração, duração e frequência das passadas antes, durante e após o salto (BARREY; GALLOUX, 1997).

Acredita-se que diferentes pisos de treinamento estão relacionados a injúrias no aparato musculoesquelético. Assim, a acelerometria também foi utilizada para comparação do efeito de um piso sintético e outro de areia no treinamento em equinos. O acelerômetro triaxial foi sensível para discriminar diferenças nos parâmetros dos cascos dos equinos nos diferentes pisos (CHATEAU et al., 2009).

Por ser uma técnica de avaliação cinética, a acelerometria, mede a aceleração de um corpo em relação à superfície à qual o animal está conectado (SCHAMHARDT, 2001). Amplamente utilizada na avaliação biomecânica para se estudar o efeito de diferentes pisos, a evolução cirúrgica do aparato locomotor, mudanças no andamento e na atividade física que quando sutis podem ser

imperceptíveis ao olho humano (BARTHÉLÉMY et al., 2009; CHATEAU et al., 2009; THOMSEN et al., 2010; WATT et al., 2010).

O andamento é o resultado do conjunto de características realizadas pelo animal: velocidade, simetria, comprimento da passada, sequência e número de apoios dos cascos no solo, sequência dos membros e número de batidas do casco no solo (HUSSNI et al., 1996; STASHAK, 1994). As variações desse conjunto de características resultam em diferentes andamentos como por exemplo, passo, marcha, trote, andadura e galope (BRETAS,2010).

No Brasil, algumas raças equinas como Campolina, Mangalarga e Mangalarga Marchador apresentam o andamento marchado. Nestas raças a marcha é um andamento natural, simétrico, a quatro tempos, com apoios alternados dos bípedes laterais e diagonais, intercalados por momentos de tríplice apoio, as reações são suaves, com pouco deslocamento vertical do centro de gravidade (NASCIMENTO, 1999). Em provas os árbitros buscam animais que além de comodidade, ofereçam passadas elásticas, desenvoltas, equilibradas atingindo maior distância com o menor número de passos (LAGE, 2001).

A marcha é considerada um andamento complexo (PROCÓPIO, 2005) e com muitas variações (batida, ideal, intermediária e picada), sendo as mais comuns a marcha batida e a picada (HUSSNI et al., 1996; PROCÓPIO, 2005). A marcha batida se caracteriza pelo predomínio dos bípedes diagonais e aproxima-se do trote; enquanto os membros na marcha picada se movimentam predominantemente com os bípedes laterais, sendo mais próxima a andadura (PROCÓPIO, 2015).

O controle da velocidade do movimento é necessário, pois muitos parâmetros cinemáticos são dependentes da velocidade (CLAYTON, 2004; KRAMER; KEEGAN, 2014; LELEUA et al., 2005;). O Equimetrix® é utilizado a campo o que torna os dados mais próximos à realidade. Outra vantagem é que o equipamento Equimetrix® utiliza apenas um sensor fixo através de uma cinta na região caudal ao esterno, enquanto os demais equipamentos necessitam de dois ou mais sensores.

A análise da locomoção no intuito de avaliar as passadas de equinos atletas para fins de seleção e treinamento tem sido cada vez mais utilizada na indústria equestre (LELEU et al., 2004). Outra justificativa para o alto investimento em

pesquisas com aplicações clínicas para locomoção equina são as perdas econômicas decorrentes das alterações no aparato locomotor, em busca de técnicas para prevenção (BACK, 2013; BARREY, 2014; CLAYTON, 2013) além de manutenção ou descarte de animais que não satisfazem os critérios de seleção do plantel.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DOS ANIMAIS

Foram utilizados doze animais da raça Mangalarga Marchador, do nascimento aos 15 dias de idade e dez adultos treinados considerados os melhores da propriedade localizada no município de Santo Antônio do Araranguá/SP.

3.2 OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os animais da raça Mangalarga Marchador foram avaliados por 15 dias consecutivos, ao passo e à marcha, acompanhando a mãe durante tempo mínimo de 10 segundos, em pista plana de grama. A velocidade das avaliações correspondia ao andamento confortável de cada potro. A obtenção das variáveis cinemáticas (comprimento e frequência da passada, deslocamento dorsoventral, regularidade e simetria da passada) e cinética (propulsão, potência dorsoventral, potência médiolateral e potência total) foi realizada com o equipamento de análise de andamento Equimetrix® (Centaure Métrix, Fontainebleau, France). Este equipamento possui dois acelerômetros, posicionados ortogonalmente, e deve ser posicionado na região do esterno (Figura 1.) e mantido fixo por uma cinta elástica, próximo ao centro de gravidade do cavalo. Com isto, é possível gravar os dados das acelerações dorsoventral, laterolateral e longitudinal do equino durante o exercício. A velocidade foi acompanhada com auxílio de um GPS (Polar Equine RS-300X G1®) preso no braço do treinador.

3.3 ANÁLISE DO ANDAMENTO

As análises do andamento foram realizadas conforme descrito por (SOARES, 2017). A obtenção das variáveis cinemáticas (comprimento e frequência da passada, deslocamento dorsoventral, regularidade e simetria) e cinética (propulsão,

potência dorsoventral, potência mediolateral e potência total) foi realizada com o equipamento de análise de andamento Equimetrix® (Centaure Métrix, Fontainebleau, França). A velocidade foi obtida com o uso do GPS (Polar Equine RS-300X G1®, Polar, Estados Unidos).

O sistema de análise de andamento Equimetrix® é constituído por um transdutor de aceleração conectado a um pequeno registrador de dados. O transdutor é composto por dois acelerômetros ortogonais, este mede a aceleração contínua do tórax nos eixos dorsoventral e longitudinal e mediolateral do cavalo. O aparelho é fixado na região do esterno, abaixo do centro de gravidade do animal, e captura as informações cinéticas sobre o andamento (BIAU; BARREY 2004).

FIGURA 1 - Faixa elástica posicionando e prendendo o aparelho na região caudal ao esterno.

Cada potro, por estar em liberdade, foi avaliado no trajeto de 2 a 4 vezes, até que o andamento fosse mantido de forma regular, por pelo menos, 10 segundos. O horário foi anotado nos momentos em que o aparelho foi ligado e quando o animal iniciou e terminou o andamento.

Nos animais adultos o equipamento foi fixado à região do esterno na barrigueira da sela, conforme as instruções do fabricante, sendo avaliados

montados ao passo e à marcha média em uma única avaliação. A velocidade, assim como nos potros, foi monitorada com o auxílio de GPS.

Após a obtenção dos dados a campo, as informações foram transmitidas para um computador através de cabo USB e analisadas através do software Equimetrix v.3.0®. A seleção dos dados foi feita pela análise de gráficos, selecionando-se a melhor parte do trajeto realizado pelo potro (Figura 2). Nestes trechos, um padrão regular foi visualizado, permitindo que os dados necessários para o cálculo das variáveis cinemáticas e cinéticas fosse determinado. A velocidade mantida pelo animal e o tipo de andamento (passo e trote) foram inseridos em campos próprios para gerar os valores das variáveis desejadas (Figura 3).

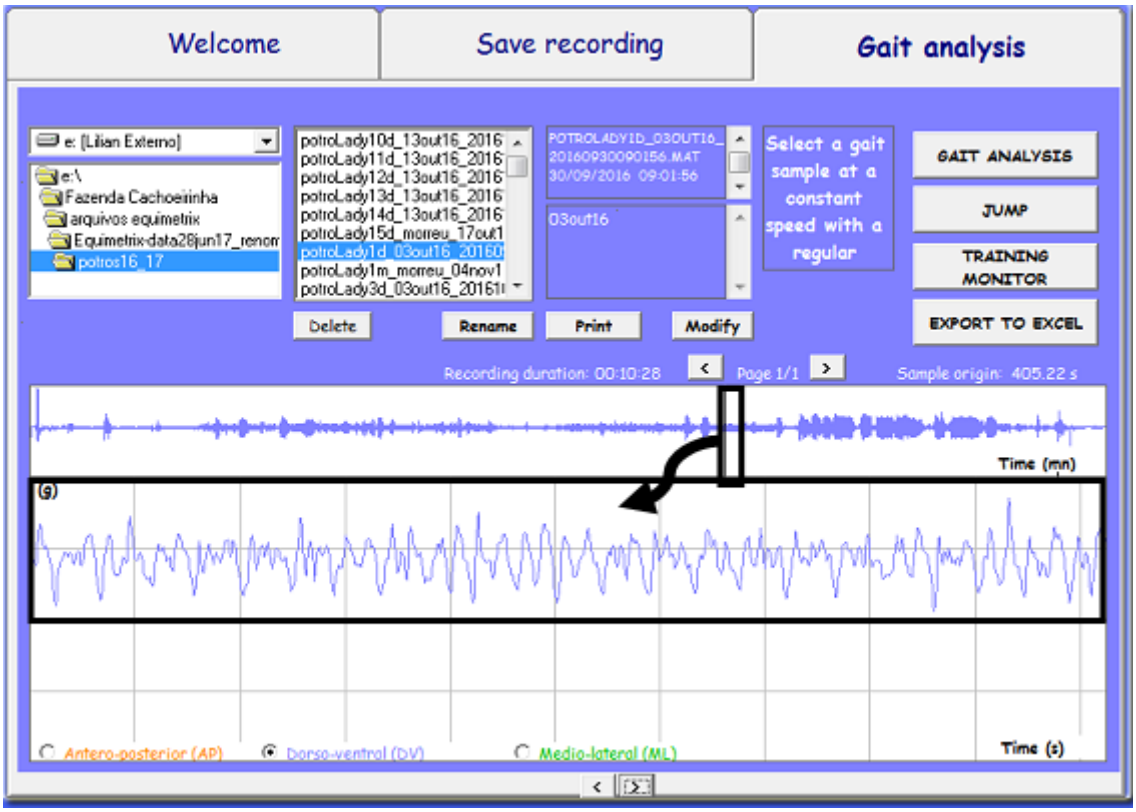

FIGURA 2 - Página inicial do software contendo a gravação dos dados do andamento do animal durante 10 segundos, demonstrando o traçado do movimento no dia e trecho desejados. A seta indica o trecho escolhido amplificado.

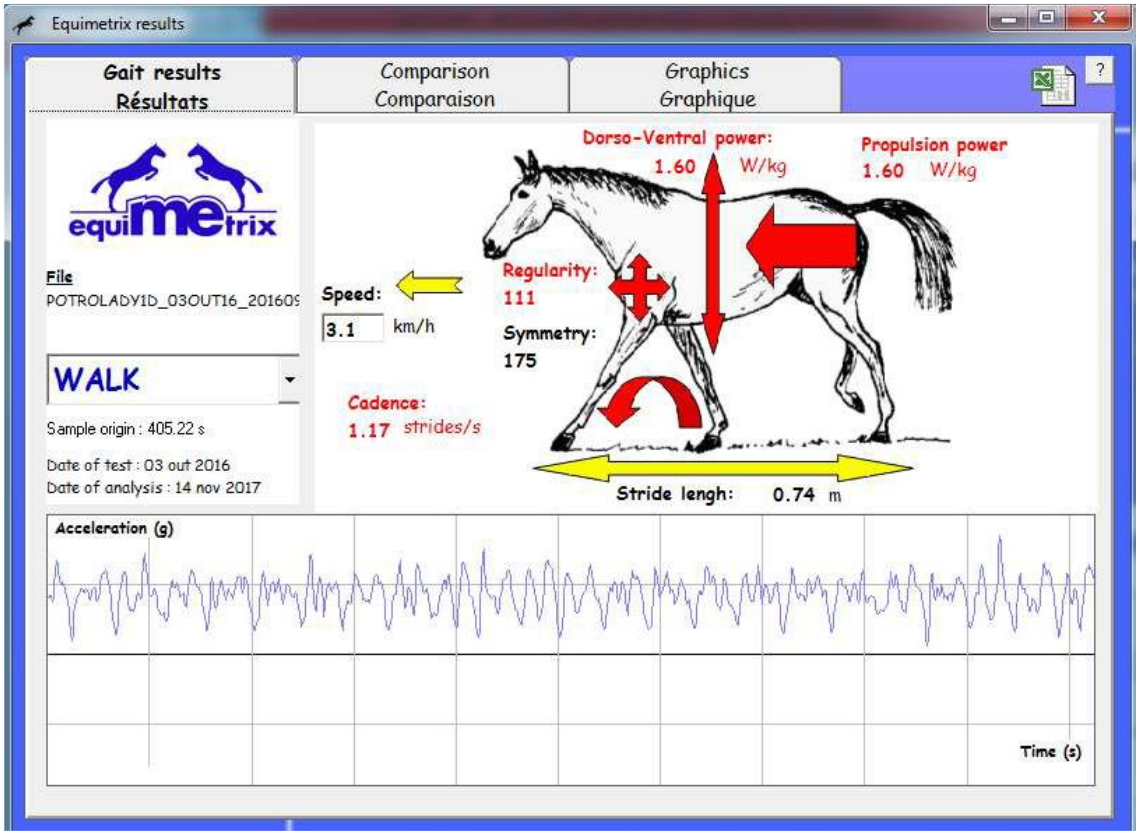

FIGURA 3 - Valores cinemáticos (potência de propulsão, potência dorso-ventral) e cinéticos (cadência, comprimento da passada, regularidade e simetria) após adicionar a velocidade ao trecho desejado (seta menor amarela).

3.4 VARIÁVEIS OBTIDAS

A velocidade corresponde ao deslocamento do animal em função do tempo, pode ser inserido no software em metros por segundo (m/s) ou quilômetros por hora (km/h). O comprimento da passada (CP) corresponde ao deslocamento feito pelo membro em uma passada completa. Expresso em metros (m). A frequência da passada (FP) foi determinada pelo número de passadas por unidade de tempo, sendo expressa em hertz (Hz) (BIAU; BARREY, 2004).

A regularidade da passada refere-se à cadência e à precisão rítmica com a qual se realiza cada passada. Foi igual à soma dos coeficientes correspondentes aos picos da função de correlação da aceleração dorsoventral, medida em um momento igual à metade da passada e sua duração. Considera-se ideal quando os valores da regularidade estão próximos de 300, tanto para o passo, quanto para o

trote. Quando a velocidade aumenta, a regularidade diminui. Não é expressa com unidades e o valor máximo deve ser 450 (BIAU; BARREY, 2004; CENTAURE METRIX MANUEL, 2009).

A simetria da passada é quando a ação de cada diagonal se repete em cada ciclo (MAE, MPD, MAD E MPE). A simetria foi o coeficiente de correlação correspondente ao pico da função de auto correlação da aceleração dorsoventral, medida no tempo igual à metade da duração da passada. O padrão da aceleração foi medido de forma semelhante ao longo do tempo. É uma média linear, considerada boa quando está próxima a 200, para passo e trote e muito sensível às condições do teste. O valor máximo alcançado deve ser 350 (BIAU; BARREY, 2004; CENTAURE METRIX MANUEL, 2009). A simetria de um andamento representado pela regularidade na repetição dos tipos de apoio na sequência destes (HUSSNI et al., 1996).

O deslocamento dorsoventral (DDV) foi medido por uma linha reta entre o ponto inicial até o ponto final. O deslocamento dorsoventral (cm) do esterno foi estimado por dupla integração do sinal de aceleração dorsoventral (BIAU; BARREY, 2004).

Definidas como a força propulsora, de equilíbrio e, algumas vezes, empuxo. A unidade é Watt/quilogramas (W/kg). São calculadas pela transformação da análise de Fourier (CENTAURE METRIX MANUEL, 2009).

A Potência dorsoventral (PDV) representa a potência mecânica média do movimento ao longo do eixo dorsoventral, ou seja, a quantidade de desaceleração e aceleração ao longo do eixo dorsoventral (FREILICH, 2015). A potência de propulsão (P) é a potência mecânica média do movimento ao longo do eixo longitudinal, craniocaudal ou anteroposterior, ou seja, a quantidade de desaceleração e aceleração ao longo do eixo longitudinal. Se a propulsão é poderosa com grande amplitude de aceleração e mudança repentina de sinal de aceleração, a potência mecânica será alta (FREILICH, 2015). A potência mediolateral (PML) representa a potência mecânica media do movimento ao longo

do eixo mediolateral, ou seja, a quantidade de desaceleração e aceleração ao longo do eixo lateral (FREILICH, 2015). A potência total (PT) é a soma das três potências calculadas em cada eixo (dorsoventral, longitudinal e mediolateral) (FREILICH, 2015).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados quantitativos de cinemática dos equinos adultos e dos potros nos primeiros quinze dias de vida foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias. Para se comparar os grupos (potros e adultos) em um dado momento, foi utilizado o teste t não pareado e as estatísticas foram consideradas significativas quando $p<0,05$ (SAS University Edition, The SAS System, SAS Institute Inc., Cary, NC, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises das variáveis cinemáticas e cinéticas dos animais avaliados nos andamentos passo e marcha estão apresentados nas Quadros de 1 a 8.

Quadro 1 - Resultados das variáveis cinemáticas (frequência e comprimento) e velocidade ao passo dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

	Velocidade (m/s)			Frequência da passada (Hz)			Comprimento do Passo (m)		
Dias	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor
1	0,89 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,11 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,1395	0,76 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
2	0,09 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,10 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,0730	0,80 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
3	1,01 ± 0,04[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,07 ± 0,04[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,5034	1,00 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
4	1,00 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,00 ± 0,04[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,5284	1,01 ± 0,08[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0011
5	1,01 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0004	1,07 ± 0,03[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,4664	1,00 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0002
6	0,94 ± 0,02[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,05 ± 0,03[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,6510	0,90 ± 0,03[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
7	0,94 ± 0,041[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,05 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,7045	0,90 ± 0,04[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
8	0,97 ± 0,05[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,05 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,5715	0,93 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
9	1,04 ± 0,04[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,03 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,8520	1,07 ± 0,04[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
10	1,01 ± 0,04[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,00 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,5222	1,02 ± 0,05[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0002
11	0,90 ± 0,05[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	0,98 ± 0,01[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,2359	0,92 ± 0,05[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
12	1,09 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0015	1,04 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,6949	1,03 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0003
13	1,00 ± 0,05[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,04 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,7377	0,92 ± 0,06[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001
14	1,00 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0002	1,00 ± 0,03[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,5645	1,00 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	0,0002
15	0,94 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001	1,07 ± 0,02[a]	1,03 ± 0,04[a]	0,4529	0,89 ± 0,07[b]	1,40 ± 0,05[a]	<0,0001

[a,b] Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, p<0,05).

Ao passo os potros apresentaram velocidade menor que a de animais adultos durante os quinze dias consecutivos de avaliação. A frequência da passada dos potros foi semelhante a de adultos e o comprimento das passadas foi menor durante todo o período de avaliação.

Outro estudo a campo avaliando potros da raça Mangalarga Marchador, utilizando o mesmo método acelerométrico, também demonstrou que não existem diferenças entre os dados biomecânicos de potros aos 30 e 180 dias de idade e que, quando comparados a animais adultos, os jovens apresentam velocidade e comprimento da passada menor (SOARES, 2017).

Os resultados semelhantes observados no presente estudo podem ser explicados pela utilização de animais mais jovens, pela grande variabilidade individual, decorrente dos diferentes graus de relaxamento de ligamentos/tendões dos potros ao nascimento (DAVID; LEVINE, 2015), à instabilidade natural da idade (NAUWELAERTS et al., 2013) e à menor massa muscular (SMITH; WEBBON, 1996). Além disso, quanto maior a frequência da passada, menor o comprimento desta (PROCÓPIO, 2005).

Ao nascimento, potros da raça Árabe avaliados em placas de força, pareceram inicialmente instáveis e demonstravam não possuir um bom controle da postura. A instabilidade diminui com o decorrer das semanas desde o nascimento até os cinco meses de idade, sendo mais intensamente observada na primeira semana de vida (NAUWELAERTS et al., 2013). Apesar da metodologia dos estudos ser diferente, os potros da raça Mangalarga Marchador parecem apresentar padrão de desenvolvimento semelhante aos da raça Árabe, quanto à instabilidade postural ao nascimento.

Quadro 2 - Resultados das variáveis cinemáticas regularidade, simetria e deslocamento dorsoventral (DDV) ao passo dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

	Regularidade (máximo 450)			Simetria (máximo 350)			DDV (cm)		
Dias	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor
1	53,71 ± 12,65[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0006	203,60 ± 24,50[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,8778	2,71 ± 0,56[a]	4,11 ± 0,35[a]	0,0455
2	66,10 ± 7,00[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0001	196,60 ± 19,70[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,6681	3,00 ± 0,23[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0141
3	65,63 ± 8,90[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0003	161,60 ± 10,86[b]	207,90 ± 15,26[a]	0,0209	2,73 ± 0,24[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0035
4	64,25 ± 6,90[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0003	172,60 ± 17,73[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,1502	2,75 ± 0,36[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0171
5	66,00 ± 5,90[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0005	165,90 ± 18,22[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,0952	3,37 ± 0,42[a]	4,11 ± 0,35[a]	0,1956
6	87,30 ± 6,84[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0035	177,50 ± 16,51[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,2006	3,00 ± 0,20[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0091
7	77,83 ± 11,95[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0054	193,50 ± 11,63[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,4534	3,08 ± 0,23[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0193
8	86,20 ± 7,24[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0034	214,40 ± 31,92[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,7705	3,36 ± 0,36[a]	4,11 ± 0,35[a]	0,1622
9	93,70 ± 7,23[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0096	200,50 ± 10,52[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,6848	3,42 ± 0,15[a]	4,11 ± 0,35[a]	0,0963
10	87,40 ± 7,06[b]	133,30 ± 12,70[a]	0,0047	227,40 ± 13,33[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,3469	2,80 ± 0,20[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0040
11	108,60 ± 9,03[a]	133,30 ± 12,70[a]	0,1254	218,00 ± 22,65[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,7221	3,00 ± 0,15[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0144
12	104,50 ± 8,71[a]	133,30 ± 12,70[a]	0,0705	208,30 ± 16,00[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,9865	3,82 ± 0,26[a]	4,11 ± 0,35[a]	0,5050
13	101,80 ± 10,22[a]	133,30 ± 12,70[a]	0,0661	193,80 ± 10,70[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,4483	3,09 ± 0,21[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0184
14	102,30 ± 9,24[a]	133,30 ± 12,70[a]	0,0612	189,60 ± 10,37[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,3270	3,10 ± 0,10[b]	4,11 ± 0,35[a]	0,0212
15	94,62 ± 9,70[a]	133,30 ± 12,70[a]	0,0314	206,80 ± 21,63[a]	207,90 ± 15,26[a]	0,9656	3,25 ± 0,16[a]	4,11 ± 0,35[a]	0,0477

[a,b]Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, $p<0,05$).

A regularidade ao passo em potros foi menor que a de animais adultos até o décimo e no décimo quinto dia de avaliação. Nos demais dias, potros e animais adultos apresentaram regularidade da passada semelhantes. Este é um parâmetro muito sensível para detectar e quantificar a coordenação dos movimentos ao passo. Cavalos sedados com xilazina demonstraram diminuição significativa nos valores de regularidade, refletindo em maior variabilidade da passada quando analisados pelo método acelerométrico (LÓPEZ-SANROMÁN et al., 2012).

Outro fator que interfere na regularidade da passada é o nível de treinamento dos animais (BARREY, 2002). Na propriedade na qual os animais foram avaliados os treinamentos se iniciam a partir de três anos de idade. Desta forma, os potros ainda não desenvolveram habilidades decorrentes do treinamento, reforçando então as diferenças encontradas entre os dois grupos avaliados, como sugere o trabalho realizado com potros Árabes, que observou a instabilidade postural em animais jovens ((NAUWELAERTS et al., 2013).

A simetria de um andamento é representada pela regularidade na repetição dos tipos de apoio na sequência destes (HUSSNI et al., 1996), ou seja, quando a ação de cada diagonal se repete em cada ciclo (MAE, MPD, MAD e MPE). É considerada boa quando está próxima a 200, para passo e trote, porém é muito sensível às condições do teste. O valor máximo alcançado deve ser 350 (BIAU; BARREY, 2004; CENTAURE METRIX MANUEL, 2009).

A simetria foi semelhante nos dois grupos, exceto no dia 3 ao, quando os potros apresentaram valores médios abaixo do ideal. Além de ser um parâmetro muito sensível às condições do teste, as condições ambientais também podem interferir nos resultados da avaliação.

A simetria pode ainda ser utilizada para diagnóstico de claudicações, pois a assimetria do andamento torna-se mais facilmente visualizada no trote, principalmente na fase aérea (BUCHNEFP et al., 1995). Os potros não apresentaram claudicações, sendo as características biomecânicas observadas nestes animais decorrentes de seu andamento natural, assim como observado no estudo com animais da mesma raça pelo método acelerométrico (SOARES, 2017).

O deslocamento dorsoventral (DDV) corresponde ao deslocamento de um corpo ou objeto medido por uma linha reta entre o ponto inicial até o ponto final (BIAU; BARREY, 2004). Em potros o deslocamento dorsoventral foi semelhante ao de animais adultos nos dias 5, 8, 9 e 12. Nos demais dias, o DDV ao passo foi menor em potros. Entretanto, os potros foram avaliados em liberdade enquanto os animais adultos foram avaliados montados. Para excluir a possibilidade de tais diferenças terem interferido nos resultados, os animais adultos serão avaliados em liberdade também em um futuro próximo.

Se compararmos os dados obtidos para a raça Mangalarga Marchador com aqueles de cavalos da raça Sela Francesa, também avaliados pelo método Equimetrix® e montados (BARREY et al., 2002), os valores menores do DDV tanto em potros em liberdade quanto nos adultos montados, poderia justificar e favorecer o andamento confortável característico desta raça brasileira (SOARES, 2017).

Quadro 3 - Resultados das variáveis cinéticas potência dorsoventral e propulsão ao passo dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

Dias	Potência Dorsoventral (W/kg)			Propulsão (W/kg)		
	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor
1	1,50 ± 0,50[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,1858	1,43 ± 0,13[a]	4,93 ± 0,90[a]	0,4555
2	1,21 ± 0,17[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,6877	1,40 ± 0,09[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0044
3	1,08 ± 0,21[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,4422	1,11 ± 0,10[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0028
4	1,19 ± 0,40[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,7736	1,22 ± 0,15[b]	4,93 ± 0,90[a]	<0,0001
5	1,31 ± 0,40[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,9937	1,21 ± 0,17[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0032
6	0,96 ± 0,13[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,1326	1,09 ± 0,06[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0027
7	0,85 ± 0,11[b]	1,31 ± 0,18[a]	0,0360	1,09 ± 0,12[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0001
8	1,01 ± 0,08[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,1457	1,20 ± 0,07[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0032
9	0,90 ± 0,06[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,0547	1,12 ± 0,13[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0028
10	0,70 ± 0,05[b]	1,31 ± 0,18[a]	0,0086	1,01 ± 0,08[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0024
11	0,70 ± 0,04[b]	1,31 ± 0,18[a]	0,0086	114 ± 0,07[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0029
12	1,04 ± 0,09[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,1751	1,31 ± 0,08[b]	4,93 ± 0,90[a]	0.0038
13	0,94 ± 0,09[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,0724	1,09 ± 0,12[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0027
14	0,85 ± 0,08[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,0435	1,10 ± 0,12[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0027
15	1,00 ± 0,10[a]	1,31 ± 0,18[a]	0,1660	1,39 ± 0,11[b]	4,93 ± 0,90[a]	0,0043

[a,b]Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, p<0,05).

Quadro 4 - Resultados das variáveis cinéticas potência médio lateral e total ao passo dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

Dias	Potência Médio Lateral (W/kg)			Potência Total (W/kg)		
	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P
1	1,51 ± 0,20[a]	1,91 ± 0,33[a]	0,3577	4,46 ± 0,70[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0278
2	1,36 ± 0,13[a]	1,91 ± 0,33[a]	0,1575	4,00 ± 0,28[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0082
3	1,10 ± 0,08[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0428	3,30 ± 0,33[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0035
4	1,05 ± 0,15[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0381	3,50 ± 0,64[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0048
5	1,10 ± 0,50[a]	1,91 ± 0,33[a]	0,0716	3,61 ± 0,66[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0087
6	0,80 ± 0,05[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0103	2,85 ± 0,22[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0021
7	0,80 ± 0,06[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0107	2,75 ± 0,20[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0019
8	1,05 ± 0,13[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0374	3,27 ± 0,24[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0004
9	0,85 ± 0,08[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0130	2,85 ± 0,20[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0022
10	0,76 ± 0,10[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0086	2,44 ± 0,19[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0014
11	0,01 ± 0,06[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0012	2,50 ± 0,14[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0015
12	0,92 ± 0,07[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0186	3,30 ± 0,20[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0035
13	0,94 ± 0,12[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0213	3,00 ± 0,30[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0024
14	0,87 ± 0,10[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0145	2,82 ± 0,19[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0021
15	0,97 ± 0,16[b]	1,91 ± 0,33[a]	0,0272	3,35 ± 0,32[b]	8,14 ± 1,20[a]	0,0037

[a,b]Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, $p<0,05$).

Potência pode ser definida como a força propulsora, de equilíbrio e, algumas vezes, empuxo. A potência dorsoventral (PDV) representa a potência mecânica media do movimento ao longo do eixo dorsoventral, ou seja, a quantidade de desaceleração e aceleração ao longo do eixo dorsoventral (FREILICH, 2015). A potência dorsoventral foi maior em potros do que em adultos, exceto nos dias 7, 10, 11 e 14, quando a PDV foi menor que a de animais adultos.

A potência de Propulsão (P) é a potência mecânica média do movimento ao longo do eixo longitudinal, craniocaudal ou anteroposterior, ou seja, a quantidade de desaceleração e aceleração ao longo do eixo longitudinal. Ao passo, a propulsão foi menor em potros do que em animais adultos, exceto no dia 1 quando os valores observados foram semelhantes.

A potência mediolateral (PML) representa a quantidade de desaceleração e aceleração ao longo do eixo lateral (FREILICH, 2015). Os valores obtidos foram menores em potros do que em animais adultos, exceto nos dias 1, 2 e 5 ao passo, quando as medidas foram semelhantes as de adultos.

A potência total (PT) corresponde a soma das três potências calculadas em cada eixo (dorsoventral, longitudinal e mediolateral) (FREILICH, 2015). Ao passo, observou-se valores de potência total foi menor em potros ao longo do período de avaliação. Potências menores que a de adultos pode ser decorrente da grande variabilidade individual, decorrente dos diferentes graus de relaxamento de ligamentos/tendões dos potros ao nascimento (DAVID; LEVINE, 2015), à instabilidade natural da idade (NAUWELAERTS et al., 2013) e principalmente à menor massa muscular (SMITH; WEBBON, 1996).

Quadro 5 - Resultados das variáveis cinemáticas (frequência e comprimento) e velocidade a marcha dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

Dias	Velocidade (m/s)			Frequência da passada (Hz)			Comprimento da passada (m)		
	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor
1	1,13 ± 0,20[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,70 ± 0,04[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,8459	0,70 ± 0,10[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
2	1,80 ± 0,07[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,72 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,6579	1,04 ± 0,04[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
3	1,80 ± 0,11[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,75 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,3380	1,03 ± 0,07[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
4	1,60 ± 0,20[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,73 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,6130	1,07 ± 0,19[b]	1,85 ± 0,08[a]	0,0009
5	1,60 ± 0,12[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,73 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,5135	0,90 ± 0,06[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
6	1,64 ± 0,10[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,78 ± 0,02[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,0930	0,91 ± 0,05[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
7	1,84 ± 0,13[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,79 ± 0,02[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,0566	0,97 ± 0,07[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
8	1,83 ± 0,09[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,82 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[b]	0,0358	1,01 ± 0,05[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
9	2,00 ± 0,09[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,80 ± 0,02[a]	1,70 ± 0,04[b]	0,0327	1,08 ± 0,05[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
10	2,00 ± 0,07[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,82 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[b]	0,0356	1,08 ± 0,05[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
11	1,74 ± 0,10[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,78 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,0969	1,00 ± 0,05[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
12	1,90 ± 0,08[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,78 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,1097	1,05 ± 0,05[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
13	2,00 ± 0,20[b]	3,12 ± 0,14[a]	0,0001	1,78 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,1132	1,10 ± 0,09[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
14	2,00 ± 0,12[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,81 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,0457	1,10 ± 0,08[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001
15	1,93 ± 0,12[b]	3,12 ± 0,14[a]	<0,0001	1,81 ± 0,03[a]	1,70 ± 0,04[a]	0,0517	1,06 ± 0,07[b]	1,85 ± 0,08[a]	<0,0001

[a,b]Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, p<0,05).

Quadro 6 - Resultados das variáveis cinemáticas regularidade, simetria e deslocamento dorsoventral (DDV) a marcha dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

	Regularidade (máximo 450)			Simetria (máximo 350)			DDV (cm)		
Dias	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor
1	255,70 ± 49,27^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,8357	265,30 ± 29,63^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0083	5,70 ± 0,33^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,2376
2	245,30 ± 21,03^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,3600	253,40 ± 22,20^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0101	6,20 ± 0,39^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0181
3	257,40 ± 13,70^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,5618	228,20 ± 11,42^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0100	6,90 ± 0,48^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0027
4	260,00 ± 11,90^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,6479	236,60 ± 32,20^{a}	181,40 ± 11,57^{a}	0,1477	7,14 ± 0,59^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0025
5	285,40 ± 8,62^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,2041	246,80 ± 14,38^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0025	6,62 ± 0,32^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0016
6	269,50 ± 9,50^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,8778	210,60 ± 15,74^{a}	181,40 ± 11,57^{a}	0,1576	6,30 ± 0,14^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0017
7	289,60 ± 16,30^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,2817	240,70 ± 14,23^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0048	6,33 ± 0,35^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0077
8	265,20 ± 11,02^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,8838	243,50 ± 12,60^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0061	5,91 ± 0,34^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0441
9	285,10 ± 14,90^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,3354	262,10 ± 16,79^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0011	5,60 ± 0,38^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,1911
10	285,70 ± 13,15^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,2820	227,80 ± 12,97^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0156	5,40 ± 0,37^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,3177
11	280,80 ± 13,50^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,4345	263,90 ± 13,81^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0002	5,50 ± 0,34^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,2126
12	268,80 ± 17,35^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,9457	216,30 ± 12,18^{a}	181,40 ± 11,57^{a}	0,0524	5,40 ± 0,43^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,3581
13	272,90 ± 8,26^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,6731	242,60 ± 18,03^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0116	5,90 ± 0,34^{a}	4,90 ± 0,31^{b}	0,0441
14	289,30 ± 15,43^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,2487	254,60 ± 20,64^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0063	5,90 ± 0,38^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,0572
15	292,90 ± 12,21^{a}	267,40 ± 10,00^{a}	0,1219	268,50 ± 24,11^{a}	181,40 ± 11,57^{b}	0,0031	5,62 ± 0,50^{a}	4,90 ± 0,31^{a}	0,2184

^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, $p<0,05$).

Quadro 7 - Resultados das variáveis cinéticas potência dorsoventral e propulsão a marcha dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

Dias	Potência Dorsoventral (W/kg)			Propulsão (W/kg)		
	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P valor
1	14,17 ± 2,21[a]	9,22 ± 0,80[b]	0,0211	9,60 ± 3,35[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0424
2	14,81 ± 2,64[a]	9,22 ± 0,80[a]	0,0681	8,92 ± 1,09[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0003
3	20,40 ± 1,95[a]	9,22 ± 0,80[b]	0,0002	10,46 ± 1,42[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0024
4	19,85 ± 2,88[a]	9,22 ± 0,80[b]	0,0095	10,20 ± 1,60[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0056
5	23,06 ± 1,50[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	12,21 ± 1,20[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0137
6	23,15 ± 1,62[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	12,30 ± 2,00[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0244
7	21,00 ± 1,42[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	11,50 ± 1,35[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0040
8	22,47 ± 2,20[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	11,90 ± 1,35[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0067
9	20,95 ± 2,04[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	11,20 ± 1,40[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0034
10	21,23 ± 1,74[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	12,88 ± 1,90[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0341
11	19,41 ± 1,60[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	11,91 ± 1,90[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0163
12	20,55 ± 1,67[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	12,42 ± 1,19[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0082
13	21,50 ± 1,70[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	11,15 ± 1,23[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0026
14	23,23 ± 1,23[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	11,77 ± 2,10[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0200
15	22,65 ± 1,43[a]	9,22 ± 0,80[b]	<0,0001	12,50 ± 1,18[b]	19,32 ± 2,08[a]	0,0164

[a,b]Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, p<0,05).

Quadro 8 - Resultados das variáveis cinéticas potência médio lateral e total a marcha dos potros avaliados durante 15 dias consecutivos comparadas com os dos melhores adultos da propriedade. Os valores estão expressos em média ± erro padrão

Dias	Potência Médio Lateral (W/kg)			Potência Total (W/kg)		
	Potros	Adultos	P valor	Potros	Adultos	P
1	2,10 ± 0,26[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0054	25,87 ± 5,37[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,1446
2	3,61 ± 0,50[a]	6,07 ± 1,09[a]	0,0612	27,86 ±3,55[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,1428
3	3,16 ± 0,62[b]	6,07 ±1,09[a]	0,0324	34,02 ± 2,40[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,8677
4	3,01 ± 0,60[a]	6,07 ± 1,09[a]	0,0455	33,07 ± 3,92[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,7368
5	3,00 ± 0,50[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0300	38,25 ± 1,51[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,2780
6	3,20 ± 0,22[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0282	40,40 ± 3,82[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,2351
7	3,11 ± 0,33[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0256	35,63 ± 2,18[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,7672
8	3,15 ± 0,40[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0281	37,52 ± 2,52[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,4337
9	2,95 ± 0,31[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0196	32,50 ± 1,86[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,5058
10	2,92 ± 0,25[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0183	37,03 ± 2,33[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,5004
11	2,90 ± 0,23[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0171	34,20 ± 3,20[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,9159
12	3,33 ± 0,44[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0379	36,30 ± 2,00[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,6117
13	3,36 ± 1,09[b]	6,07 ± 1,09[a]	0,0395	36,00 ± 2,54[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,7117
14	3,80 ± 0,56[a]	6,07 ± 1,09[a]	0,0784	38,77 ± 2,44[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,2617
15	3,34 ± 0,57[a]	6,07 ± 1,09[a]	0,0559	38,45 ± 1,88[a]	34,62 ± 2,61[a]	0,2741

[a,b]Médias seguidas por letras diferentes na linha são estatisticamente significativas (Teste t não pareado, p<0,05).

Quanto à marcha, os animais recém-nascidos, também apresentaram velocidade menor que a de adultos durante o período estudado. Os potros apresentaram frequência de passada maior do que a de adultos entre o oitavo e o décimo dia de idade, sendo semelhantes nos outros dias avaliados. O comprimento da passada foi menor em potros durante os dias 15 de avaliação. As diferenças encontradas podem ser explicadas pelos mesmos fatores que podem ter afetado o passo, necessitando assim desenvolver um número maior de passos para acompanhar a mãe no mesmo espaço de tempo.

A regularidade da marcha em potros foi semelhante a de animais adultos durante os 15 dias estudados. A simetria dos potros foi semelhante nos dias 6, 8 e 12, nos demais dias os potros apresentaram valores médios de simetria maiores que dos adultos. À semelhança do que ocorreu ao passo, estes resultados poderiam ser explicados pela ausência de treinamento nos potros nessa idade (BARREY, 2002), pelo fato de que a marcha é um andamento adquirido, ou seja, será executada pelo animal após educação (CHIEFFI, 1943), assim como sua imaturidade (NAUWELAERTS et al., 2013).

Em potros o DDV foi maior que o de animais adultos à marcha do segundo ao oitavo dia e no décimo terceiro dia. Nos demais dias, o DDV foi semelhante entre os dois grupos. Assim, os animais adultos deverão ser avaliados em liberdade também para eliminar a possível influência de terem sido montados durante a avaliação da marcha.

A potência de propulsão à marcha foi menor em potros do que em animais adultos em todos os dias. A potência mediolateral (PML) foi menor em potros do que em animais adultos nos dias 1 e do terceiro ao décimo quinto dia avaliado. A potência total (PT) à marcha em potros foi menor durante todos os dias. Assim como observado ao passo, o fato dos potros apresentarem potências menores que a de adultos pela grande variabilidade individual, decorrente dos diferentes graus de relaxamento de ligamentos/tendões dos potros ao nascimento (DAVID; LEVINE, 2015), à instabilidade natural da idade (NAUWELAERTS et al., 2013) e principalmente à menor massa muscular (SMITH; WEBBON, 1996).

5 CONCLUSÃO

Concluímos que algumas características ao passo podem ser observadas precocemente nesta raça como a frequência e a simetria desde o nascimento e a regularidade a partir do décimo primeiro dia de vida. Em relação à marcha, a regularidade foi o único parâmetro consistente desde o nascimento.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DO CAVALO MANGALARGA MARCHADOR. **A raça mangalarga marchador.** Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/principal.aspx>. Acesso em: 15 nov. 2017.

BACK, W.; BARNEVELD, A.; VAN WEEREN, P. R. et al. Kinematic gait analysis in equine carpal lameness. **Acta Anatomy**, v.146, p.86-89, 1993.

BACK, W.; CLAYTON, H. **Equine locomotion**. 2nd. ed. London: W. B. Saunders, 2013. 528 p.

BARREY E.; GALLOUX P. Analysis of the equine jumping technique by accelerometry. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 23, p. 45-49, 1997.

BARREY, E. Methods, applications and limitations of gait analysis in horses. **The Veterinary Journal. Supl.** 157, 1999, p. 7–22

BARREY, E.; DESLIENS, F.; POIREL, D. et al. Early evaluation of dressage ability in different breeds. **Equine Veterinary Journal,** Supl**.** 34, 2002, p. 319-324.

BARREY, E. Biomechanics of locomotion in the athletic horse. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**: basic and

clinical sciences of the equine athlete. 2nd. ed. London: W. B. Saunders, 2014. p.189-212.

BARTHÉLÉMY, I.; URIARTE, A.; DROUGARD C. et al. Gait analysis using accelerometry in dystrophin-deficient dogs. **Neuromuscular Disorders,** v. 19, p. 788–796, 2009.

BIAU, S.; BARREY, E. The trot characteristics during the first years of dressage training. **Pferdeheilkunde**, v. 20, n. 2, 2004, p. 135-138.

BRETAS, M. S. **Associação entre características morfométricas e cinemáticas de equinos da raça Campolina**. 2006. 70 f. Dissertação (mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

BRETAS, M. S. **Uso de acelerômetros para a avaliação do andamento de equinos marchadores**. 2010. 47 f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BUCHNEFP, H.H.F.; SAVELBERG H. H. C. M.; SCHAMHARDT H. C. et al. Temporal stride patterns in horses with experimentally induced fore- or hindlimb lameness. **Equine Veterinary Journal,** v. 18, p.161–165, 1995.

BURLA, J.B.; OSTERTAG A.; WESTERATH H. S. et al. Gait determination and activity measurement in horses using an accelerometer. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 102, p. 127–133, 2014.

CLAYTON, H. M. **The dynamic horse**. Mason: Sport Horse, 2003. p. 17-59.

CLAYTON, H. M.; SCHAMHARDT, H.C. Measurement techniques for gait analysis. In: BACK, W; CLAYTON, H.M. W.B. **Equine locomotion**. 2nd. ed. London: W. B. Saunders, 2001, p.55-76.

CLAYTON, H. M. Temporal kinematics. In: BACK, W; CLAYTON, H.M. W.B. **The dynamic horse**: a biomechanical guide to equine movement and performance. Mason, USA: Sport Horse Publications, 2004. p.19-32.

CHATEAU, H.; ROBIN, D.; FALALA, S. et al. Effects of a synthetic all-weather waxed track versus a crushed sand track on 3D acceleration of the front hoof in three horses trotting at high speed. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, p. 247–251, 2009.

CHIEFFI, A. A. A marcha do cavalo Mangalarga. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP – USP**, São Paulo, v. 2, n. 3, p 177-192, 1943.

DAVID G.; LEVINE, DVM. The Normal and abnormal equine neonatal musculoskeletal system. **Veterinary Clinic Equine**. Sup. 31, p. 601–613, 2015.

FREDRICSON, I.; DREVEMO, S.; DALIN, G. et al. The application of high-speed cinematography for the quantitative analysis of equine locomotion. **Equine Veterinary Journal**, v.12, p.54-59, 1980.

FREILICH, G. M. **Análisis mediante acelerometría del patrón locomotor, tras la administración de morfina con o sin acepromacina, en el caballo**. 2015. Tesis (Doctoral) – Facultad de Veterinária, Universidad Complutense de Madrid, 2015.

HUSSNI, C. A.; WISSDORF, H.; NICOLETTI, J. L. DE M. Variações da marcha em equinos da raça Mangalarga Marchador. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 91-95. 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781996000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 dez. 2017.

KEEGAN, K.G., ARAFAT, S.; SKUBIC, M. et al. Detection of spinal ataxia in horses using fuzzy clustering of body position uncertainty. **Equine Veterinary Journal,** v. 36, p. 712–717, 2004.

KRAMER, J.; KEEGAN, K.G. Kinematics of lameness. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**. London: W. B. Saunders, 2014. p.223-238.

LAGE, M.C.G.R. **Caracterização morfométrica, dos aprumos e do padrão de deslocamento de equinos da raça Mangalarga Marchador e suas associações com a qualidade da marcha**. 2001. 114 f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

LEACH, D.; DAGG, A. A review of research on equine locomotion and biomechanics. **Equine Veterinary Journal**, v. 15 n. 2, p. 103-110, 1983.

LELEUA, C.; COTRELA, C.; BARREY, E. Relationships between biomechanical variables and race performance in French Standardbred trotters. **Livestock Production Science**, v.92, p.39-46, 2005.

LELEU, C.; BARILLER, F.; COTREL, C. et al. Reproducibility of a locomotor test for trotter horses. **The Veterinary Journal**, v. 168, p. 160–166, 2004.

LICKA, T.F.; PEHAM, C.; ZOHMANN, E. Treadmill study of the range of back movement at the walk in horses without back pain. **Americam Journal Veterinary Reserche**r. v.62, p.1173-1179, 2001.

LÓPEZ-SANROMÁN, F. J.; HOLMBAK-PETERSEN R.; SANTIAGO I. et al. Gait analysis using 3D accelerometry in horses sedated with xylazine. **The Veterinary Journal**, v. 193, n. 1, p. 212–216, 2012.

NASCIMENTO, J.F. **Mangalarga marchador:** tratado morfofuncional. Belo Horizonte: Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM), 1999. 557p.

NANKERVIS, K.; HODGINS, D.; MARLIN, D. Comparison between a sensor (3D accelerometer) and ProReflex motion capture systems to measure stride frequency of horses on a treadmill. **Comparative Exercise Physiology**, v.5, n.3-4, 2008, p.107-109.

NAUWELAERTS, S.; MALONE, S.R.; CLAYTON H.M. Development of postural balance in foals. **The Veterinary Journal**, Sup. 1, p. e70-74, 2013.

PEREIRA, E. L. **Configurações sociohistóricas da equitação no Rio Grande do Sul: uma investigação das redes de interdependência nas práticas esportivas equestres**. 2016. 254 f. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PROCÓPIO, A.M. **Análise cinemática da locomoção de equinos marchadores**. 2005. 69 f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

POWERS, P.N.R.; HARRISON, A. J. Models for biomechanical analysis of jumping horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 12, p. 799-806, 1999.

SCHLUP E., **Influência do treinamento na trajetório de salto de cavalos novos**. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010

SMITH, R.K.W.; WEBBON, P.M. The physiology of normal tendon and ligament. In: DUBAI INTERNATIONAL EQUINE SYMPOSIUM, 1996. **Proceedings**…Dubai: Rantanen Design, 1996. p. 55-81.

SOARES, C.M. **Análise biomecânica do andamento de potros da raça Mangalarga Marchador aos 30 e 180 dias de idade**. 2017. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

STASHAK, T. S. **Claudicação em equinos segundo Adams**. 4. ed. São Paulo: Rocca, 1994. Cap.3. p.101 – 105.

THOMSEN, M.H., PERSSON, A.B.; JENSEN, A.T. et al. Agreement between accelerometric symmetry scores
and clinical lameness scores during experimentally induced transient distension of the metacarpophalangeal joint in horses. **Equine Veterinary Journal**. v. 42, p. 510–515, 2010.