

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola De Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Felipe César Álvares Santos

**CINEMÁTICA DAS MARCHAS BATIDA E PICADA DURANTE JULGAMENTO DE
EQUINOS MONTADOS DA 39ª EXPOSIÇÃO NACIONAL DO CAVALO
MANGALARGA MARCHADOR**

Belo Horizonte

2023

Felipe César Álvares Santos

**Cinemática das marchas batida e picada durante julgamento de equinos montados da
39^a Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Adalgiza Souza Carneiro de Rezende

Coorientadora: Profa. Dra. Andressa Batista da Silveira Xavier

Belo Horizonte

2023

S237c Santos, Felipe César Álvares, 1994 -
Cinemática das marchas batida e picada durante julgamento de equinos montados da 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador/ Felipe César Álvares Santos. – 2023.
76f: il

Orientadora: Adalgiza Souza Carneiro Rezende
Coorientadora: Andressa Batista da Silveira Xavier
Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Bibliografias: f. 62 a 68.
Anexos: f. 69 a 76

1- Mangalarga – Cavalo - Teses – 2. Zootecnia – Teses – 3. Equino – Teses
I. Rezende, Adalgiza Souza Carneiro – II. Xavier, Andressa Batista da Silveira -
III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – IV. Título.

CDD – 636.08

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



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

**Cinemática das marchas batida e picada durante julgamento de equinos montados da
39ª Exposição Nacional do Caval Mangalarga Marchador**

FELIPE CÉSAR ÁLVARES SANTOS

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 13 de fevereiro de 2023, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

Mayara Gonçalves Fonseca

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente

MAYARA GONCALVES FONSECA

Data: 06/05/2023 11:16:35-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Fernando Antônio de Souza

Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente

FERNANDO ANTONIO DE SOUZA

Data: 18/04/2023 14:17:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Tiago de Resende Garcia

Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente

TIAGO DE RESENDE GARCIA

Data: 09/05/2023 20:20:50-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Adalgiza Souza Carneiro de Rezende - Orientador

Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente

ADALGIZA SOUZA CARNEIRO DE REZENDE

Data: 09/06/2023 18:24:17-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Belo Horizonte, 13/02/2023.

Dedico este trabalho à minha família, por me darem toda estrutura possível para a realização dos meus sonhos!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pelas oportunidades, pelas pessoas maravilhosas que colocou no meu caminho e por atribuir a mim o dom de amar os cavalos.

À Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Zootecnia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante a pós-graduação.

À minha orientadora, Prof^ª. Adalgiza Souza Carneiro de Rezende, por compartilhar seus conhecimentos, pelo apoio, incentivo, convivência, exemplo e dedicação a todos os detalhes e etapas deste projeto. Agradeço por sempre estar presente e contribuir muito com meu crescimento profissional.

À minha coorientadora Prof^ª. Andressa Batista da Silveira Xavier, pela oportunidade de convívio e aprendizado, pela orientação, amizade, companheirismo e fundamental participação na realização de toda a etapa experimental da pesquisa.

À Prof^ª. Priscila Fantini, pela participação durante o experimento e sua dedicação para executá-lo, essencial para o andamento das mensurações.

Aos companheiros de equipe Helena Sasdelli Miranda, Thaisa Hasen Silva, Felipe Colmenares, Henrique Poppius Cruz, Pedro Machado de Fátima, Amaranta Sanches Gontijo, Matheus Camilo Vicente Santos e Nathália Estevão Caixeta pelo precioso tempo de convivência, por tornar nossos momentos de descontração mais alegres e pela importante dedicação na realização deste trabalho. A ajuda de cada um de vocês antes, durante e após as coletas foi imprescindível para esta pesquisa.

À professora Ângela, pelos ensinamentos durante as aulas, pelo apoio para a realização deste trabalho e auxílio para execução da análise estatística.

Ao Fernando do Grupo de Pesquisa em Produção Animal Sustentável da UFMG, também pela importante colaboração com as análises estatísticas.

À Dra. Mayara Fonseca, por se disponibilizar a auxiliar neste projeto, pela importante colaboração e suporte para realização da pesquisa.

A todos os Professores da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, que contribuíram para minha formação profissional.

Ao Felipe Augusto Vitoriano, pelo incentivo, por ser uma grande referência profissional e pela valiosa contribuição técnica para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Marcelo e Esther do Colegiado de Pós-Graduação da UFMG, por estarem sempre dispostos a nos ajudar e resolver quaisquer intercorrências que surgiram durante esse período.

À Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador, presidida pela Dra. Cristiana Gutierrez, pelo apoio financeiro e por todo apoio logístico prestado para a coleta de dados durante a 39ª Exposição Nacional do Cavallo Mangalarga Marchador.

Ao Conselho Deliberativo Técnico (CDT) da ABCCMM, em especial Carlos Augusto Sacchi, Fernando Mello Vianna e Henrique de Melo Machado, pela importante colaboração, por sempre receber nossa equipe de forma gentil e por não pouparem esforços para que este estudo acontecesse.

Aos profissionais do MMTV e funcionários da ABCCMM, pela excelente matéria conduzida durante o evento e por contribuírem para a divulgação desta pesquisa.

Ao Tiago de Resende Garcia, por ter aceito o convite para colaborar com esta pesquisa.

A todos os meus amigos que estiveram ao meu lado durante este período tão importante.

À minha família, por estarem sempre ao meu lado me incentivando, acreditando e apostando em mim, além de todo suporte e apoio incondicional dado em todos os momentos desta trajetória.

“Angel of God, my guardian dear. To whom God’s love commits me here. Ever this day be at my side. To light and guard, to rule and guide”

RESUMO

Objetivou-se descrever e comparar as variáveis cinemáticas das marchas batida e picada de equinos Mangalarga Marchador, visando caracterizar e identificar as diferenças nos andamentos apresentados por esses animais. A pesquisa foi desenvolvida durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador, em Belo Horizonte/MG. Foram avaliados 147 animais em idade de montaria, classificados como primeiro, segundo e terceiro lugar em cada categoria de marcha, sendo 27 categorias de MB e 22 categorias de MP. Uma única câmera de vídeo foi posicionada na pista para a aquisição dos dados bidimensionais a 240 Hz. Determinou-se: a distribuição do tempo em cada tipo de apoio (quadrupedal, tríplice, bipedal, monopedal) e suspensão; comprimento, frequência, duração e velocidade média das passadas; dissociação de apoio dos bípedes diagonais; e análise das pegadas (ultra, retro e sobrepegada). Foi realizada análise multivariada (PCA) para estudo da relação entre as variáveis sexo, idade, tipo de marcha e distribuição dos apoios e ANOVA para 2 fatores (tipo de marcha e sexo), seguida de Tukey ($\alpha = 5\%$). As variáveis que não apresentaram normalidade e/ou homocedasticidade, foram submetidas à análise de Kruskal-Wallis, seguida de Tukey ($\alpha = 5\%$). Os animais de MB foram conduzidos em menor velocidade ($p < 0,05$) que a MP. Também diferiram na maioria das variáveis cinemáticas analisadas ($p < 0,05$), exceto nos apoios tripedais pélvicos e na duração das passadas. A MP, em velocidade média de 11,38 km/h, apresentou predomínio de apoios laterais seguidos por diagonais, tríplice torácico, tríplice pélvico e monopedal pélvico. A MB teve predomínio de apoios bipedal diagonal, seguida de tríplice torácico, tríplice pélvico, quadrupedal e bipedal lateral. Não houve momentos de suspensão em nenhum dos tipos de marcha. Apoios que não estão descritos no Padrão da Raça foram encontrados nos animais, como os apoios monopedal torácico e pélvico na MP e os apoios quadrupedal, bipedal pélvico e monopedal torácico e pélvico na MB, embora representaram curto tempo em relação ao total da passada. Todos os animais de MP apresentaram dissociação negativa e foram mais dissociados que a MB. A maioria dos equinos de MB apresentaram a retropegada, com média de 11,20 centímetros de distância média entre os talões do membro torácico e pinça do membro pélvico, discordando do atual Padrão da Raça MM que prevê a ocorrência de sobre ou ultrapegada como característica ideal. Na MP, a maioria dos animais apresentaram ultrapegada, sendo que os machos tiveram maior distância média entre as pegadas dos membros torácico e pélvico. MP apresentou maior

comprimento das passadas, sendo que houve diferença entre sexo. Pela análise de componentes principais, foi observado variação considerável na distribuição dos tempos de apoio da MB, ocasionando grande dispersão dos valores deste grupo, o que demonstra a necessidade de melhor padronização dessa modalidade de andamento. Conclui-se que os andamentos MB e MP de equinos premiados da raça MM diferiram na maioria das variáveis analisadas, sendo necessários novos estudos que avaliem ambas as modalidades de marcha em velocidades equivalentes e com melhor padronização na forma de condução dos animais.

Palavras-chave: Andamento, biomecânica, cinemática, concurso de marcha

ABSTRACT

The objective of this study was to describe and compare the kinematic variables of the marcha batida and marcha picada gaits of Mangalarga Marchador horses, aiming to characterize and identify the differences in gait presented by these animals. The research was developed during the 39th National Exhibition of the Mangalarga Marchador Horse, in Belo Horizonte/MG. A total of 147 animals of riding age were evaluated, classified as first, second and third in each gait category, with 27 categories of MB and 22 categories of MP. A single video camera was positioned for the acquisition of two-dimensional data at 240 Hz. It was determined: the distribution of time in each type of support (quadrupedal, triple, bipedal, monopedal) and suspension; length, frequency, duration and average speed of strides; support decoupling of diagonal bipeds; and footprint analysis (ultra, retro and super-footprint). Multivariate analysis (PCA) was performed to study the relationship between gender, age, type of gait and distribution of supports and ANOVA for 2 factors (type of gait and gender), followed by Tukey ($\alpha = 5\%$). Variables that did not show normality and/or homoscedasticity were submitted to Kruskal-Wallis analysis, followed by Tukey ($\alpha = 5\%$). The MB animals were driven at a lower speed ($p < 0.05$) than the MP. They also differed in most of the analyzed kinematic variables ($p < 0.05$), except for pelvic trippedal supports and stride duration. The MP, at an average speed of 11.38 km/h, showed a predominance of lateral supports followed by diagonals, thoracic triple, pelvic triple and pelvic single pedal. The MB had a predominance of diagonal bipedal supports, followed by thoracic triple, pelvic triple, quadrupedal and lateral bipedal. There were no moments of suspension in any of the gait types. Supports that are not described in the Breed Standard were found in the animals, such as the thoracic and pelvic monopedal supports in the MP and the quadrupedal, pelvic bipedal and thoracic and pelvic monopedal supports in the MB, although they represented a short time in relation to the total stride. All MP animals showed negative dissociation and were more dissociated than MB. The majority of MB horses presented the hindfoot grip, with an average of 11.20 centimeters of average distance between the forelimb heels and the hindlimb clamp, disagreeing with the current MM Breed Standard, which predicts the occurrence of over or overgrip as an ideal characteristic. In MP, most animals showed ultra-footprints, with males having a greater average distance between the footprints of the thoracic and pelvic limbs. MP showed greater stride length, and there was a difference between genders. By analyzing the

principal components, considerable variation was observed in the distribution of stance times for the MB, causing a large dispersion of values for this group, which demonstrates the need for better standardization of this gait modality. It is concluded that the MB and MP gaits of champions MM horses differed in most of the analyzed variables, requiring further studies to evaluate both gait modalities at equivalent speeds and with better standardization in the way the animals are ridden.

Key-words: Biomechanics, gait, kinematics, marcha contest

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Fases do apoio do membro torácico em relação ao solo (A) 1º impacto, (B) 2º impacto, (C) fase de suporte e (D) fase de rolamento com início da fase de elevação. As setas representam a orientação das forças (de reação do solo) de acordo com a posição do membro (adaptado de Thomason e Peterson, 2008).....32
- Figura 2: Tipos de apoios possíveis nos equinos.....33
- Figura 3: (A) Sequência de distribuição de apoios do trote, conforme Clayton (2004) e sequência de distribuição de apoios desejada (B) das marchas batida e picada, segundo o Padrão da Raça (ABCCMM, 2000). Adaptado de Hussni, Wissdorf e Nicoletti (1996).
.....34
- Figura 4: Filmagem dos equinos durante as etapas finais do julgamento.....39
- Figura 5: Disposição da área de filmagem dos animais durante o evento.....40
- Figura 6: Esquema de determinação da distância entre as pegadas: Ferradura Branca representando a pegada do membro torácico; Ferradura cinza representando a pegada do membro pélvico.....43
- Figura 7: Gráfico do estudo da relação entre as variáveis sexo (macho e fêmea), idade, tipo de marcha e apoios pela análise multivariada
.....45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Duração, comprimento, frequência e velocidade (média \pm desvio padrão) das passadas dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou marcha picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador47
- Tabela 2: Distribuição do tempo em cada tipo de apoio (mediana: Q1;Q3) em relação ao tempo total da passada (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou marcha picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador.....48
- Tabela 3: Comparação da velocidade média de condução de animais de marcha batida e marcha picada do presente estudo com a velocidade média relatada na literatura.....50
- Tabela 4: Ocorrência de retropegada, sobrepegada ou ultrapegada em relação ao total de pegadas (%) de equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, durante avaliação cinemática na 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador.....53
- Tabela 5: Dissociação relativa de apoio (mínimo, média, máximo e desvio padrão) em relação ao tempo total da passada (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador.....54
- Tabela 6: Ocorrência de dissociação do par diagonal negativa, positiva ou parcialmente ausente em relação ao total de dissociação (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador.....55

Tabela 7: Ocorrência de retropegada, sobrepegada ou ultrapegada em relação ao total de pegadas (%) de equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, durante avaliação cinemática na 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador.....57

Tabela 8: Distância (centímetros) entre os cascos pélvicos e torácicos de equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, que apresentaram retropegada ou ultrapegada durante avaliação cinemática na 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador.....57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador

Hz - hertz

Km/h - quilômetros por hora

m - metros

m/s - metros por segundo

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

MB - Marcha Batida

MM - Mangalarga Marchador

MP - Marcha Picada

Pass/seg - Passadas por segundo

Seg - segundos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. A raça Mangalarga Marchador.....	19
2.2. Diferenças entre a marcha batida e marcha picada.....	21
2.3. Provas oficiais de marcha.....	23
2.4. Análise cinemática.....	26
2.5. Aspectos biomecânicos da locomoção dos equinos.....	31
2.6. Descrição da terminologia da locomoção dos equinos.....	35
3. Objetivo geral.....	37
4. Objetivos específicos.....	37
5. Hipóteses.....	37
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
6.1. Ética no uso de animais.....	38
6.2. Local.....	38
6.3. Animais.....	38
6.4. Análise cinemática.....	38
6.4.1. Porcentagem de distribuição dos apoios.....	40
6.4.2. Dissociação relativa de apoio do par diagonal.....	40
6.4.3. Comprimento, frequência, duração e velocidade das passadas.....	41
6.4.4. Pegadas.....	42
6.4.5. Delineamento experimental e análises estatísticas.....	44
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
7.1. Análise multivariada.....	44
7.2. Variáveis cinemáticas temporais da marcha batida e da marcha picada.....	47
7.3. Dissociação relativa de apoio do par diagonal.....	54
7.4. Pegadas.....	54
7.5. Considerações Gerais.....	56
8. CONCLUSÕES.....	60
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

ANEXO I - Primeiro Padrão da Raça Mangalarga Marchador

ANEXO II - Padrão racial da raça Mangalarga Marchador (ABCCMM, 2000)

ANEXO III - Certificado do CEUA

INTRODUÇÃO

As atividades que envolvem a criação e utilização do cavalo ocupam posição de destaque no Brasil. Neste contexto, a raça Mangalarga Marchador é responsável pelo maior rebanho equino do país, contando com núcleos de criadores regionais em diversos estados, além de organizações de destaque no cenário internacional. Com mais de dois séculos de existência, a raça ganhou sua própria entidade de representação em 1949, denominada inicialmente como “Associação dos Criadores do Cavalo Marchador da Raça Mangalarga”. Ao longo dos anos, a raça foi se destacando cada vez mais devido à sua rusticidade, beleza zootécnica, temperamento e principalmente por marchar em velocidade intermediária, o que é amplamente valorizado por proporcionar extrema comodidade ao cavaleiro durante o deslocamento. Este andamento é julgado em exposições e eventos oficiais, sendo que o primeiro e mais relevante critério de avaliação é a distribuição dos tempos de apoio e a qualidade de movimentação dos membros.

O primeiro estatuto que definiu o padrão da raça Mangalarga Marchador, publicado em 1951 (Anexo I), admitiu duas variações básicas da marcha: a batida e a picada. No início, durante as competições dessa raça, ambas as modalidades foram avaliadas juntas, sendo que apenas em fevereiro de 2003 a entidade incluiu a marcha picada no regulamento. Então, em 2004, o Ministério da Agricultura e Pecuária autorizou que os animais de marcha batida e picada fossem avaliados em categorias distintas durante os julgamentos oficiais. Essa cisão nos eventos mudou completamente o cenário da criação dos animais de marcha picada no Brasil, favorecendo e valorizando a produção dos criatórios que preconizam essa modalidade de andamento. No entanto, até o presente momento, poucas pesquisas buscaram entender e padronizar os conceitos da marcha picada, que tem sido avaliada de forma subjetiva por não ter uma definição própria.

Em 2003, o Padrão da Raça foi atualizado (Anexo II) e permanece vigente até os dias atuais. Embora este documento seja mais detalhado que o primeiro, por descrever as características ideais e as sequências de apoios desejadas, ambas as modalidades de marcha permaneceram englobadas em um único grupo e dentro de uma única definição, estando, portanto, sujeitas à classificação subjetiva e de acordo com experiência dos profissionais envolvidos. Desse modo, estudos criteriosos e objetivos são cada vez mais necessários para diferenciar e descrever quantitativamente a movimentação dos animais de marcha batida e

picada de forma separada, cujos resultados fornecerão subsídios para a atualização do padrão racial, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento da raça e para aperfeiçoar a avaliação zootécnica desses animais.

Considerando o exposto, o objetivo do presente trabalho foi descrever e comparar, por meio da técnica de videogrametria, os tempos de distribuição dos apoios, as variáveis cinemáticas temporais e espaciais de equinos de marcha batida e picada premiados durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador, realizada em julho de 2022, visando caracterizar os andamentos apresentados por esses animais e contribuir, desta forma, para a revisão e atualização da definição das modalidades de marcha que vigora no atual padrão racial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A raça Mangalarga Marchador

O Brasil possui o quarto maior rebanho equino do mundo, com mais de 5,57 milhões de cabeças (IBGE-2016), tornando expressivas as atividades que envolvem a criação e utilização do cavalo no complexo do agronegócio do país. Devido à compra e venda de animais, comércio de medicamentos, eventos esportivos, despesas com alimentação em criatórios, entre outros, o mercado equestre movimenta cerca de 16,5 bilhões de reais anualmente, demonstrando grande relevância econômica e social, principalmente pela geração de empregos diretos e indiretos nos setores que compõem a cadeia produtiva (MAPA, 2016). Dentre todas as raças equinas criadas na América Latina, a raça Mangalarga Marchador (MM) conta com o maior número de animais, com mais de 700 mil equinos registrados, 22.377 associados e 51 núcleos regionais espalhados pelo país (ABCCMM, 2022). Além disso, existem atualmente outros quatro núcleos de criadores de animais desta raça em território estrangeiro, como Alemanha, Itália, Argentina e Estados Unidos (FONSECA, 2018).

A consolidação em larga escala da utilização de equinos da raça Mangalarga Marchador é evidenciada pelo número cada vez maior de animais em competições e pela estimativa crescente de associados, criadores e usuários ao longo dos anos, sendo que este grupo de animais apresenta algumas características que chamam a atenção do público em

geral, como sua rusticidade, temperamento, beleza zootécnica e principalmente por marchar em velocidade intermediária (SANTIAGO et al., 2014). Este andamento apresenta duas variações básicas, a marcha batida e marcha picada, que promovem pouco deslocamento vertical do centro de gravidade durante o movimento e proporcionam sensação de maciez e conforto ao cavaleiro (REZENDE et al., 2015; FONSECA, 2018; FARINELLI et al., 2022). Outra característica do Mangalarga Marchador que permite ótimo desempenho no setor agropecuário é a sua versatilidade, já que esta raça também é amplamente utilizada no campo para lida com o gado, para cavalgadas, equoterapia, enduro equestre, entre outros (FONSECA, 2018).

A raça Mangalarga Marchador teve sua origem há cerca de 200 anos no sul do estado de Minas Gerais, quando criadores locais cruzaram éguas nativas com os animais da raça Alter provenientes da Península Ibérica e das colônias de Portugal (CASIUCH, 1997). Em 1949, foi criada uma entidade de representação própria, denominada inicialmente como “Associação dos Criadores do Cavalo Marchador da Raça Mangalarga”, regulamentada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Dois anos depois, foi publicado o primeiro padrão racial (Anexo I), aprovado em 25 de outubro de 1950 e modificado em 17 de agosto de 1951, que classificou a marcha em duas modalidades (batida ou picada), mas sem descrever as diferenças entre elas. O andamento apresentado por exemplares desta raça foi definido da seguinte forma: “marcha avante, batida ou picada, tanto quanto possível regular”, ficando definido também que durante os concursos de marcha, considerado como principal modalidade de competição da raça, os animais de marcha batida e picada seriam avaliados em grupos separados por idade, mas sem segregação das modalidades de marcha.

Em 1984 a entidade já havia alcançado representatividade no mercado nacional e ganhou o nome de Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) e publicou em 2003 um novo estatuto, que vigora até o presente momento, definindo as marchas batida e picada como “andamento natural, simétrico, a quatro tempos, com apoios alternados dos bípedes laterais e diagonais, intercalados por momentos de tríplice apoio” (ABCCMM, 2000). Apesar do padrão atual ser mais detalhado que o primeiro por descrever as características ideais e a sequência de apoios desejada, as duas modalidades de marcha permanecem englobadas ainda em um único grupo, sem definir suas distinções (FONSECA, 2018).

Em 1986, foi criado o primeiro equipamento com o objetivo de realizar a análise

objetiva da marcha batida e picada de equinos MM. O "marchômetro", assim denominado, consistiu de dois sensores colocados em cada casco do animal para detectar o momento exato dos apoios através da ativação das frequências de áudio, que posteriormente eram armazenadas em fita magnética de um gravador ligado a um tiracolo. Depois, os dados eram enviados a um computador que fornecia informações do ciclo completo de uma passada. O resultado final foi denominado "diapasão", sendo considerado o valor calculado a partir da relação entre os momentos de apoio e elevação dos quatro membros. Neste sentido, quanto maior o diapasão, maior o tempo de apoio em relação ao tempo de elevação dos membros e o equino era classificado como melhor marchador (ABCCMM, 1988).

2.2. Diferenças entre a marcha batida e marcha picada

Existem duas variações básicas na marcha apresentada por equinos da raça Mangalarga Marchador: marcha picada, caracterizada por apresentar movimento marcante dos bípodes laterais, aproximando-se, em seus extremos, da dinâmica da andadura; marcha batida, que apresenta predomínio dos deslocamentos dos bípodes em diagonal, com seus extremos aproximando-se da dinâmica do trote. Em qualquer dessas variações é imprescindível que o animal esteja sempre em contato com o solo e que apresente apoios tripedais, o que caracteriza o andamento marchado desta raça (PROCÓPIO, 2005).

A literatura consultada mostrou que já foram encontradas diferenças ($p < 0,05$) entre as marchas batida e picada, mas os resultados são controversos, o que comprova que a distribuição dos apoios dessas duas modalidades precisa ser melhor elucidado. Enquanto Clayton (2004) relatou que a marcha picada apresenta menor frequência das passadas que a marcha batida, indicando uma frequência de 65 e 99 passadas por minuto, respectivamente, Procópio (2005), utilizando análise cinemática das passadas de equinos Pampa, verificou que os animais de marcha picada apresentaram maior frequência e menor comprimento e velocidade da passada, em relação à categoria de marcha batida. Esse mesmo autor também verificou que as proporções de apoios tripedais e laterais são superiores na marcha picada em relação à marcha batida, concluindo que na marcha batida houve predomínio de apoios bipedais diagonais e na marcha picada houve predomínio de apoios bipedais laterais. Além disso, foi verificado que, com o aumento da velocidade, os animais de marcha batida apresentaram momentos de suspensão, o que não está de acordo com a definição de que,

durante o deslocamento em marcha, o animal deve sempre permanecer com pelo menos dois membros em contato com o solo (PROCÓPIO, 2005; NICODEMUS e CLAYTON, 2003). Fonseca (2018) avaliou 29 equinos de MB classificados como “Campeão” ou “Reservado Campeão” em exposições oficiais da raça MM e observou que a maior porcentagem de tempo da passada foi de apoios bipedal diagonal, seguido por monopedal de membro pélvico, tríplice apoio de membro torácico, bipedal lateral e bipedal de membros pélvicos. Os apoios quadrupedal, tripedal pélvico, monopedal torácico e suspensão ocorreram em, no máximo, 1,93% do tempo total da passada. Além disso, a autora encontrou na MP predomínio de apoios laterais seguidos por diagonais, tríplice torácico e monopedal pélvico e concluiu que os andamentos MB e MP executados na mesma velocidade diferem entre todas as variáveis cinemáticas temporais, exceto nos apoios quadrupedais e monopedais torácicos e pélvicos. Estes dados reforçam a importância de novos estudos na área, com maior número de animais, para caracterizar estes andamentos e determinar as diferenças entre a MB e MP.

Outra diferença entre as duas modalidades de marcha foi sugerida por Wanderley et al. (2010), os quais aplicaram teste de marcha a campo em equinos Mangalarga Marchador para comparar parâmetros clínicos e metabólicos dos animais das categorias de marcha batida e picada. Estes autores verificaram que sob a mesma velocidade, os animais de marcha picada apresentaram maior frequência cardíaca e respiratória, além de maior volume globular e concentração plasmática de lactato em relação aos equinos de marcha batida e concluíram que a marcha picada requer maior gasto de energia. Lage et al. (2017) concordaram com esses resultados quando avaliaram o custo de transporte por unidade de distância percorrida e a exigência de energia metabólica por quilograma de peso corpóreo das duas modalidades de marcha e encontraram que a marcha picada tem maior demanda energética do que a marcha batida. Segundo estes autores, à velocidades equivalentes, as diferenças no custo metabólico são proporcionais à frequência das passadas, sendo que as características dos diferentes tipos de andamento influenciam as exigências de energia metabólica numa atividade física, já que as diferenças entre animais, como tamanho corpóreo e comprimento dos membros, afetam a eficiência mecânica muscular e a quantidade de trabalho necessária para transportar o animal a uma determinada distância. Esses resultados demonstraram a importância de se diferenciar o tempo de marcha das duas modalidades no regulamento vigente, com redução do tempo da prova de marcha picada.

Além da avaliação do andamento durante os eventos, os animais também são julgados

quanto à sua morfologia (aparência geral, expressão, simetria, aprumos e qualidade do passo), sempre de forma comparativa entre os demais animais competidores (ABCCMM, 2009). Os estudos mostraram que também existem diferenças morfológicas entre equinos de marcha batida e picada quando Santiago et al. (2014) compararam 22 medidas lineares e oito angulares de 222 equinos machos (130 de marcha batida e 92 de marcha picada) e 266 equinos fêmeas (168 de marcha batida e 98 de marcha picada), todos com idade acima de cinco anos e credenciados com os títulos de campeão ou reservado campeão nas exposições regionais oficializadas pela ABCCMM em todo o país. Esses animais também alcançaram os títulos de campeão, reservado campeão, primeiro, segundo, terceiro, quarto ou quinto prêmio das categorias convencionais de marcha batida ou marcha picada, durante a 29^a, 30^a e 31^a Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador, realizadas em 2010, 2011 e 2012. Ao encontrar diferenças ($p < 0,05$) entre as medidas dos animais de marcha batida em relação aos de picada, os pesquisadores explicaram que essas diferenças podem estar relacionadas com o diagrama que diferencia o andamento dos animais das duas modalidades de marcha avaliadas. Essa hipótese pode ser reforçada por Harris (1993), o qual afirmou que as medidas lineares e as angulações dos equinos determinam o tipo de movimento que eles são capazes de realizar. Por outro lado, a ausência de diferença ($p > 0,05$) das medidas de comprimento da cabeça, comprimento do corpo e altura da cernelha, indicou uniformidade dos equinos da raça Mangalarga Marchador, independentemente da categoria de marcha.

Outro estudo também mostrou diferenças entre as marchas batida e picada. Fonseca et al. (2017), ao avaliar 55 equinos adultos competidores da 34^a Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador por meio do estudo amplo de associação do genoma (GWAS), observou que o fenótipo da marcha picada é aparentemente controlado por apenas um gene (DMRT3), enquanto a marcha batida pode ser controlada por um número maior de genes na raça Mangalarga Marchador.

2.3. Provas oficiais de marcha:

A qualidade morfofuncional do cavalo Mangalarga Marchador é inspecionada e posteriormente certificada em um sistema de registro oficial. Para obter esse registro, o equino passa por duas inspeções realizadas por um técnico autorizado pela ABCCMM e MAPA. A primeira inspeção é provisória e acontece antes dos dois anos de idade para

realização da resenha e observação da presença de características hereditárias desclassificantes, sendo que o equino aprovado nesta etapa recebe o certificado de registro provisório. Posteriormente, os cavalos com mais de três anos de idade são reavaliados, devendo apresentar as qualidades mínimas nos quesitos marcha e morfologia descritos no Padrão da Raça. Os cavalos aprovados na segunda inspeção recebem o certificado de registro definitivo, sendo que os animais inscritos nos livros oficiais estão aptos a competirem em provas que avaliam tanto a morfologia quanto a marcha (PATTERSON, STAIGER e BROOKS, 2015).

Dentre os eventos promovidos pelas diversas entidades equestres no Brasil, o concurso de marcha é a principal prova realizada em equinos marchadores (ABRANTES et al., 2015), que tem por objetivo avaliar a funcionalidade dos animais e motivar os criadores a aprimorarem a qualidade de seus rebanhos. Neste sentido, o concurso de marcha é de extrema importância para o avanço da raça Mangalarga Marchador, pois possibilita o confronto de animais de diferentes genealogias e regiões do país, tornando possível a avaliação do desenvolvimento dos criatórios e o grau de melhoramento da raça (ABCCMM, 2009), além de permitir que os animais campeões se diferenciem dos demais, transformando suas características particulares em parâmetro zootécnico (COSTA, CAIADO e COSTA, 2003).

Segundo Nicodemus e Clayton (2003), a marcha é definida pelo padrão cíclico dos movimentos dos membros que ocorrem durante cada passada, sendo que a sequência e o tempo das passadas diferenciam os andamentos. A fim de encontrar estas distinções durante as provas oficiais do Mangalarga Marchador, os animais são montados na marcha em baixa, média e alta velocidade, a 9, 12 e 15 quilômetros por hora (km/h) respectivamente, e em alguns momentos sem o contato com a embocadura, executando a figura da rédea livre (ABCCMM, 2019). A comparação dos andamentos dos equinos é feita de forma qualitativa por jurados credenciados pela ABCCMM enquanto os cavaleiros apresentam seus animais, sendo que a avaliação tanto da marcha batida quanto da marcha picada ocorre respeitando-se um mesmo regulamento, com o mesmo tempo limite de prova, priorizando da mesma forma os seguintes quesitos em ordem de relevância, segundo o Regulamento Geral para Eventos Oficializados (ABCCMM, 2009):

I. Gesto de Marcha: É a relação entre o movimento dos torácicos e pélvicos, dissociados, propiciando momentos de tríplice apoio. Essa movimentação dos membros deve ser bem

coordenada, com habilidade nas trocas de apoios e qualidade de flexionamento e extensão dos mesmos. Os membros torácicos devem descrever a figura de um semicírculo durante o deslocamento e os pélvicos devem se movimentar com energia, mas com deslocamento linear dos seus jarretes, sem elevação demasiada dos mesmos. É a correlação entre a qualidade de movimentação do animal e a distribuição clássica dos apoios da marcha;

II. Comodidade: É resultante da qualidade de movimentação do animal que, mantendo seu tronco estável e sem oscilações, não transmite impactos frontais, laterais ou verticais, torções ou qualquer outro desconforto à posição adequada do cavaleiro sobre a sela. Além da maciez, valoriza-se também características do animal durante seu deslocamento que favoreçam positivamente sua condução pelo cavaleiro, como bom temperamento, equilíbrio, franqueza e apoio leve de rédeas;

III. Adestramento: É o animal solícito às ajudas do cavaleiro, apoiado levemente na mão do mesmo, com descontração do maxilar, apresentando-se calmo, direito, impulsionado e com harmonia;

IV. Rendimento: É resultante de passadas amplas, elásticas, desenvoltas e equilibradas, favorecendo o animal a percorrer uma maior distância com menor número de passadas, características apresentadas no ritmo do andamento natural. O jurado avalia, ainda, a capacidade de reunião e alongamento dos animais;

V. Estilo: É a postura corporal do animal durante a marcha, considerando a atitude (posicionamento de cabeça e pescoço), o engajamento e também o conjunto formado por equilíbrio, harmonia, elegância, energia e nobreza dos movimentos;

VI. Regularidade: É a manutenção do mesmo ritmo, velocidade, gesto, comodidade e estilo durante todo o transcorrer da prova, não procedendo a trocas do andamento inicial e sempre o conservando bem definido e regular.

Além destes quesitos avaliados durante as competições, a ABCCMM descreve no Padrão da Raça, no item “Andamento”, que ambas as modalidades de marcha devem apresentar as seguintes características:

“Marcha batida ou picada - é o andamento natural, simétrico, a quatro tempos, com apoios alternados dos bípedes laterais e diagonais, intercalados por momentos de tríplice apoio. Características ideais: regular, elástico, com ocorrência de sobrepegada ou ultrapegada, equilibrado, com avanço sempre em diagonal e tempos de apoio dos bípedes diagonais maiores que os laterais, movimento discreto de anteriores, descrevendo semicírculo visto de perfil, com boa flexibilidade de articulações.”
(ABCCMM, 2000, p. 2)

Uma peculiaridade das competições que envolvem raças marchadoras em relação às competições das demais raças de trote é que os jurados montam cada animal participante com idade a partir de 39 meses e um dia, em competições com duração mínima de 20 minutos e máxima de 70 minutos, em pista oval ou circular (FONSECA, 2018). Como pode ser observado, o julgamento dos concursos de marcha segue critérios subjetivos, estando sujeito a interpretações pessoais entre os profissionais envolvidos, apesar da constante busca pela padronização das avaliações. Da mesma forma, a concordância das pontuações individuais dos juízes da modalidade de adestramento de cavalos de trote durante as competições foi considerada insatisfatória em vários estudos (GNEL et al., 2022). Durante as provas oficiais de marcha, a avaliação de cada quesito pode ser realizada por um único jurado ou em equipe, sendo que o segundo modelo de avaliação pode adotar o sistema de avaliação em consenso ou em dissenso. No caso do dissenso, o resultado de cada animal é apurado pela média absoluta dos resultados individuais, após a exclusão da maior e menor nota (ABCCMM, 2009).

2.4. Análise cinemática

O estudo da biomecânica dos equinos foi de interesse da ciência por séculos, mas só evoluiu a partir do desenvolvimento de sistemas operacionais na última parte do século XX (EGENVALL et al., 2022). Este tipo de análise envolve a observação do padrão de

deslocamento dos segmentos corporais do equino como um todo, principalmente dos membros torácicos e pélvicos, os quais definem os vários tipos de andamentos possíveis, já que o deslocamento equino permite diferentes combinações de coordenação entre os membros, através da alternância das fases de apoio e suspensão (PROCÓPIO et al., 2007).

De acordo com Hussni, Wissdorf e Nicoletti (1996) e Clayton (2004), a variabilidade genética dos equinos resulta, portanto, em particularidades morfológicas e neurológicas que conferem várias formas de deslocamento e caracterizam os diversos andamentos, como passo, trote, marcha, galope e suas respectivas variações, apresentando uma sequência característica e uma ordem de contato com o solo predeterminada durante o deslocamento. Então, a fim de descrever e quantificar todas as sequências e tipos de apoio dos equinos, pesquisadores em todo o mundo realizam análise cinemática dos andamentos, cuja avaliação descreve as mudanças na posição de segmentos anatómicos no tempo e no espaço (HINCHCLIFF et al., 2014), permitindo coletar dados de variáveis temporais (ex: duração da passada), lineares (ex: comprimento da passada) e angulares (ex: flexão do carpo), sem que seja feita referência à causa do movimento (BACK e CLAYTON, 2013; HINCHCLIFF et al., 2014).

O processo de captura de um conjunto de fotografias tiradas com o objetivo de gravar e exibir fases sucessivas de um equino em movimento foi feito pela primeira vez por Muybridge e Marey no século XIX (HINCHCLIFF et al., 2014). Atualmente, os avanços na tecnologia permitem que diversos estudos cinemáticos sejam realizados para análise da dinâmica de locomoção dos equinos, com câmeras modernas e de alta velocidade que podem capturar imagens precisas de 240, 500 ou até mais quadros por segundo (PROCÓPIO, 2005; HINCHCLIFF et al., 2014). Neste sentido, as inovações na área da cinemática são importantes para observação quantitativa e mais detalhada dos padrões de locomoção equina, já que existe um grande número de eventos biomecânicos dos membros durante a locomoção em um intervalo de tempo muito curto (VILAR, et al., 2008), o que dificulta bastante a avaliação a olho nu e sem o uso da câmera lenta (NICODEMUS e CLAYTON, 2003). No entanto, em diversas modalidades esportivas os equinos são avaliados visualmente e de forma subjetiva por árbitros altamente capacitados (BACK e CLAYTON, 2013), embora possa haver discordância entre os mesmos (GMEL et al., 2022). Além disso, tem sido sugerido que os métodos convencionais ou empíricos de avaliação nem sempre são adequados (CASTEJON-RIBER, 2017). Procópio (2005) afirmou que a avaliação da dinâmica de movimentação dos cavalos marchadores sofre grande empirismo e, nos dias atuais, um dos

desafios permanece sendo a transformação de variáveis qualitativas, avaliadas de forma subjetiva, em variáveis quantitativas, avaliadas de forma objetiva. Castejon-Riber et al. (2017) reforçaram essa ideia ao afirmarem que a seleção de equinos é amplamente baseada em julgamento subjetivo e métodos de treinamento empíricos tradicionais, sendo que as taxas de desempenho dos cavalos em diversas modalidades poderiam ser maiores com a adoção de protocolos de avaliação mais objetivos e científicos. Neste contexto, a avaliação da movimentação dos equinos realizada pelos profissionais geralmente é focada nas características da fase de voo da passada, pois a movimentação nessa fase é mais aparente ao olho humano. No entanto, é na fase de apoio do membro ao solo que grandes forças são aplicadas sobre o sistema musculoesquelético, sendo essa a fase mais importante durante a análise de desempenho dos equinos atletas (CLAYTON, 2004). Em contraste com as estratégias de treinamento e avaliação de equinos, diferentes tecnologias de alta precisão são implementadas para analisar a performance de atletas humanos, a fim de alcançar elevados índices de desempenho em diversas modalidades esportivas (RANGASAMY et al., 2020). Neste contexto, a análise de vídeos esportivos é um exemplo de método atual, avançado e bem-sucedido que auxilia os atletas a aprimorarem as suas técnicas de treinamento, através do rastreamento de suas atividades e reconhecimento de ação durante as competições (STEIN et al., 2018). Segundo Frevel, Beiderbeck e Schmidt (2022), os limites futuros para o desempenho atlético humano serão determinados cada vez menos pela fisiologia inata do atleta, e cada vez mais pelos avanços científicos e tecnológicos, sendo que quaisquer ganhos significativos no futuro dependerão da tecnologia em maior ou menor grau.

A avaliação do movimento pela técnica videográfica em equinos envolve a seguinte sequência de eventos: anexação de marcadores reflexivos, calibração do campo de visão para dimensionar as medições, filmagem do animal, rastreamento dos marcadores para obtenção das coordenadas digitais, processamento das imagens e interpretação dos resultados através de sistemas computacionais (BACK e CLAYTON, 2013). De acordo com Hinchcliff et al. (2014), a maioria dos estudos de locomoção equina analisaram apenas um dos lados do animal em movimento, realizando a captura de imagens no plano bidimensional (análise 2D). Miró et al. (2009) consideraram este método de avaliação mais simples e barato, já que necessita uma única câmera e apenas um plano para calibrar, o que facilita a aplicação em condições de campo. Por outro lado, algumas avaliações incluem duas ou mais câmeras de vídeo ao longo do plano de filmagem, o que permite a obtenção de imagens em três

dimensões (3D) e a análise do movimento do eixo corpóreo em ambos os lados, sendo esta metodologia muito útil quando se deseja avaliar, por exemplo, adução e abdução de algum segmento anatômico (KHUMSAP et al., 2004), tanto em atividades esportivas quanto em análises clínicas, apesar desse tipo de estudo ser conduzido geralmente em laboratório (HINCHCLIFF et al., 2014). Na escolha de câmeras para análise visual, deve haver equilíbrio entre alcance, velocidade, tamanho, desempenho e custo, sendo que os recursos desejáveis incluem uma combinação de alta resolução e alta taxa de quadros, embora em taxas de amostragens mais elevadas a resolução possa ser reduzida (BACK e CLAYTON, 2013). Para aquisição de imagens de boa qualidade, não se deve subestimar também os custos de câmeras de alta velocidade, a complexidade de configurar um sistema e a necessidade de iluminação constante (MIRÓ et al., 2009; GMEL et al., 2022). Além disso, Hinchcliff et al. (2014) descreveram que o campo de visão restrito é um fator limitante deste tipo de análise, pois a curta distância entre o animal e a câmera de vídeo permite capturar poucas passadas do equino em movimento. Apesar da análise das filmagens ser uma tarefa longa, já que são geradas inúmeras imagens que devem ser analisadas uma a uma, os *softwares* para análise cinemática oferecem uma interface simples e funcional que facilita a configuração, calibração, análise do movimento, edição e salvamento de dados em um formato compatível (BACK e CLAYTON, 2013). No caso das avaliações que utilizam marcadores reflexivos, o rastreamento da trajetória pode ser feito de forma manual, semi automática ou automaticamente (HINCHCLIFF et al., 2014).

A análise cinemática é, portanto, muito relevante para compreender como os segmentos do corpo de diversas espécies se relacionam mediante flexão e extensão das estruturas nos diferentes andamentos e velocidades, sendo considerada especialmente útil para aplicações esportivas ou em ambiente clínico (BACK e CLAYTON, 2013), além de ser um método preciso e minimamente invasivo (KHUMSAP, LANOVAZ e CLAYTON, 2004). Na pesquisa científica, a análise visual por intermédio de câmeras de vídeo tem sido usada para avaliar os efeitos da utilização de acessórios auxiliares no treinamento de cavalos atletas (CALZONE et al., 2022); determinar os efeitos do treinamento dos equinos em água (TRANQUILLE et al., 2022; SANTOSUOSSO et al., 2022a; SANTOSUOSSO et al., 2022b); estudo das claudicações (SMIT et al., 2021; ST GEORGE et al., 2019); comparar a análise dos padrões de locomoção dos equinos feita de forma subjetiva pela análise de vídeo (HARDEMAN et al., 2021); avaliar as alterações provocadas na marcha por diferentes

posições da cabeça e pescoço de equinos da raça Mangalarga Marchador (MARTINS, 2022); e para descrever as características lineares e temporais dos diferentes andamentos dos equinos (PROCÓPIO, 2005; PROCÓPIO et al., 2007; FONSECA, 2018). Além disso, nosso grupo de pesquisa conduziu um estudo recente que utilizou análise cinemática para testar os efeitos do uso de um dispositivo de eletroestimulação de corpo inteiro sobre o padrão de movimentos de equinos da raça Mangalarga Marchador (MENEZES, 2022).

Alguns fatores, no entanto, interferem na análise cinemática dos diversos andamentos dos equinos e devem ser considerados para geração de dados mais precisos. Segundo Galisteo et al. (1998) a velocidade com que os animais se movem exerce influência significativa sobre as variáveis lineares, temporais e sobre alguns parâmetros angulares. Procópio (2005), depois de avaliar sete equinos campeões da raça Mangalarga Marchador, concordou com esses autores quando verificou que o aumento da velocidade diminuiu gradativamente o tempo de tríplex apoios até sua ausência e aumentou o tempo de apoios bipedais diagonais, monopedais e o tempo de suspensão dos animais durante a dinâmica da marcha. A profundidade da água em cavalos treinados em piscina também é fator impactante na análise cinemática por induzir mudanças significativas nos movimentos das regiões dorso lombar e da pelve do animal. Tranquille et al. (2022) observaram nos membros torácicos menor ângulo de flexão do carpo e maior retração do membro, além de menor extensão da articulação metatarsofalângica durante o apoio e maior extensão desta articulação durante a flexão máxima do jarrete com o aumento da profundidade. A presença do cavaleiro também pode influenciar neste tipo de análise, já que Morales et al. (1998) demonstraram que os equinos, quando montados, apresentaram maior duração e menor comprimento da passada ao trote em comparação ao momento em que foram conduzidos pelo cabresto, ao gerar peso adicional e deslocar o centro de gravidade dos animais. Além disso, em cavalos da raça Mangalarga Marchador, as variações no posicionamento da cabeça e pescoço do equino controladas pelo cavaleiro durante a marcha (“ideal”, “invertida”, “livre” e “vertical”), influenciaram todas as variáveis cinemáticas avaliadas por Martins (2022). A posição de cabeça e pescoço “invertida”, por exemplo, foi a que se observou menor comprimento de passada e maior porcentagem de dissociação dos membros. A autora sugeriu, ainda, que a posição adotada durante o treinamento pode alterar a distribuição dos tempos de apoio da marcha e a qualidade de movimentação do equino.

Até o presente momento, não há descrito na literatura o possível efeito das diferentes superfícies de piso sobre o desempenho e qualidade dos movimentos de equinos da raça Mangalarga Marchador que poderiam gerar alterações durante a análise de vídeo. Essa relação merece ser alvo de estudos futuros, principalmente se for considerado que os concursos de marcha são frequentemente realizados em condições variadas de pista, como pista de grama, chão batido, areia e, em alguns casos, pista lamacenta e escorregadia.

2.5. Aspectos biomecânicos da locomoção dos equinos

Os cavalos apresentam amplo espectro de funções devido às características anatômicas adquiridas em sua evolução como quadrúpede, sendo que a locomoção destes animais, cujo objetivo é deslocar o centro de gravidade para frente, para trás ou para o lado (HUSSNI, WISSDORF e NICOLETTI, 1996), envolve movimentos de todo o corpo e dos membros de forma rítmica e coordenada (PROCÓPIO, 2005). Os membros torácicos e pélvicos, então, apresentam movimentos diferentes que resultam basicamente nas seguintes fases: elevação, avanço, apoio e propulsão, em que a elevação e avanço do membro compreendem o momento em que há perda de contato com o solo e o apoio e propulsão constituem o momento em que o casco está em contato com o solo (HUSSNI, WISSDORF e NICOLETTI, 1996). Segundo Thomason e Peterson (2008), a fase de apoio é subdividida em cinco fases: 1) Pré-impacto: fase imediatamente anterior ao casco atingir o solo; 2) Impacto: primeiro terço de contato do casco com o solo, dividido em 1º impacto (Fig. 1 A), quando o casco atinge o solo e 2º impacto (Fig. 1 B), que representa o primeiro estágio da colisão da massa do cavalo com o membro, que fica em contato firme com o solo; 3) Suporte ou *midstance* (Fig. C): caracterizado pela descarga do peso do corpo sobre o membro; 4) Rolamento ou *breakover* (Fig. D): momento em que o casco começa a deixar o solo na região dos talões; 5) Pós-rolamento ou fase de elevação: é o período imediatamente após o casco sair do chão.

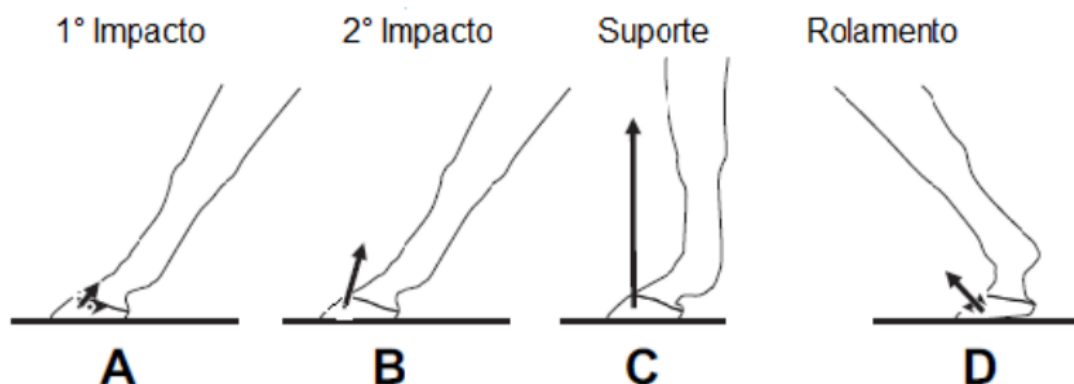


Figura 1 – Fases do apoio do membro torácico em relação ao solo (A) 1º impacto, (B) 2º impacto, (C) fase de suporte e (D) fase de rolamento com início da fase de elevação. As setas representam a orientação das forças (de reação do solo) de acordo com a posição do membro (adaptado de Thomason e Peterson, 2008).

Dentre as formas naturais de locomoção dos equinos, destaca-se o passo, a marcha, o trote, a andadura e o galope (PROCÓPIO, 2005), que variam entre si de acordo com a sequência e número de apoios, constância de contato do membro do animal com o solo, regularidade na repetição dos tipos de apoio e velocidade, sendo que a função locomotora varia de acordo com o interesse na produção e modalidade equestre (HUSSNI, WISSDORF e NICOLETTI, 1996). Segundo Clayton (2004), nesses andamentos e em suas respectivas variações, os equinos podem apresentar 16 diferentes tipos de apoios, que são melhor compreendidos através da geração de diagramas e gráficos, assumindo especial importância na distinção dos andamentos e exame de claudicação (HUSSNI, WISSDORF e NICOLETTI, 1996). Na Figura 2, estão representados os 16 tipos de apoios que podem ser observados durante o deslocamento dos equinos, são eles: quadrupedal (quatro membros em contato com o solo), tripedal (três membros em contato com o solo), bipedal (dois membros em contato com o solo, podendo ser diagonal, lateral, ambos os membros torácicos ou ambos os membros pélvicos), monopedal (apenas um dos quatro membros em contato com o solo) ou suspensão (nenhum membro em contato com o solo) (CLAYTON, 2004).

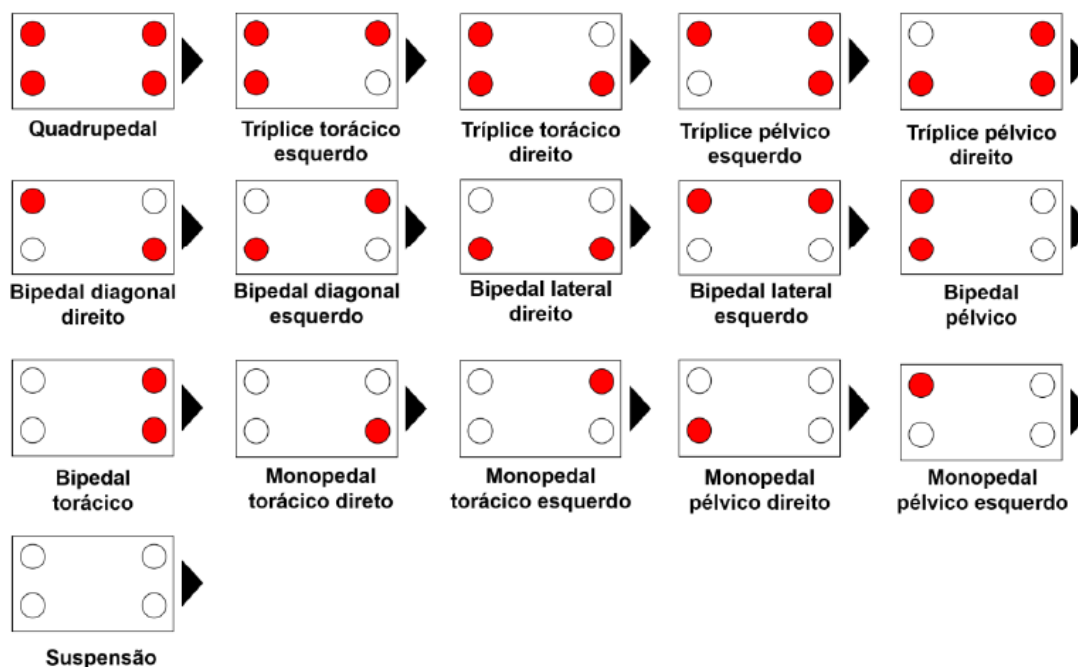


Figura 2: Tipos de apoios possíveis nos equinos. Fonte: Fonseca (2018)

O trote, por exemplo, é considerado um andamento diagonal de dois tempos, em que os membros diagonais chegam ao solo de forma sincronizada, sendo que as fases de apoio diagonal são geralmente separadas por um período de suspensão (CLAYTON, 1994), conforme a figura 3A. Já a marcha é considerada um andamento dissociado a quatro tempos, em que os membros diagonais chegam ao solo de forma não sincronizada, diferente dos cavalos de trote, gerando apoios bipedais diagonais, laterais, e tripedais (HUSSNI, WISSDORF e NICOLETTI, 1996), embora as variações de velocidade podem fazer com que os animais de andamento marchado apresentem apoio monopedal e suspensão (PROCÓPIO, 2005). Além disso, devido à diferença da duração da fase de apoio dos membros torácicos em relação aos membros pélvicos em alguns animais, os apoios monopedal e bipedal de membros pélvicos podem ocorrer, os quais não estão presentes no Padrão da Raça Mangalarga Marchador (FONSECA, 2018).

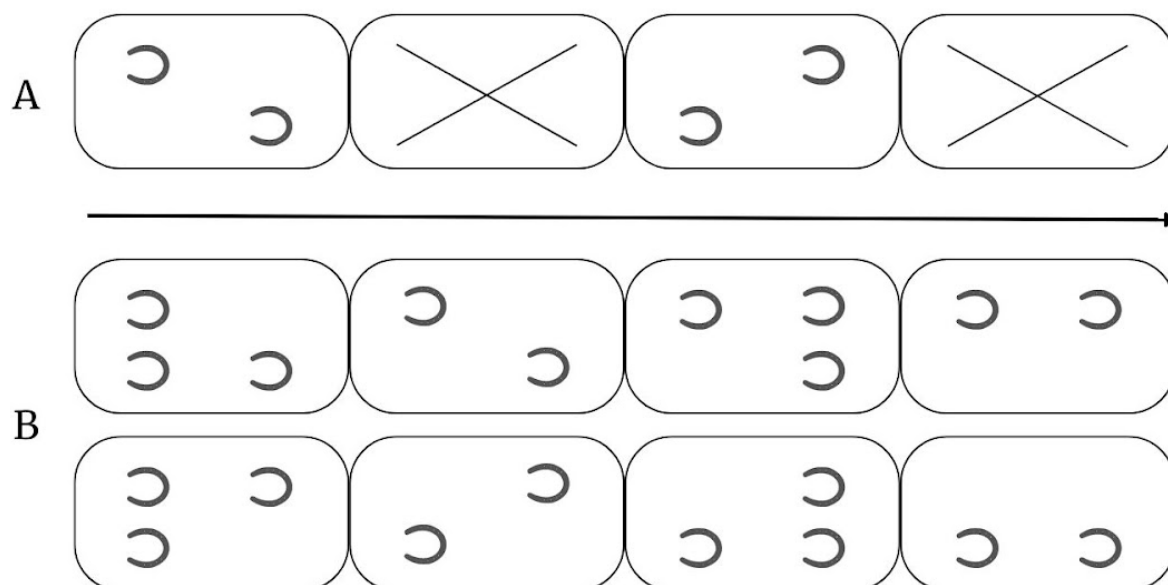


Figura 3: (A) Sequência de distribuição de apoios do trote, conforme Clayton (2004) e sequência de apoios desejada (B) das marchas batida e picada, segundo o Padrão da Raça (ABCCMM, 2000).

Adaptado de Hussni, Wissdorf e Nicoletti (1996).

Na locomoção equina, uma das formas de avaliar o rendimento e propulsão dos membros pélvicos se dá pela medição da distância entre as pegadas dos membros ipsilaterais, sendo que a eficiência do avanço do membro pélvico tem relação com a velocidade (CLAYTON, 1994; PROCÓPIO, 2005; GMEL et al., 2022) e morfologia do equino (NASCIMENTO, 1999). Quando o casco do membro pélvico aterrissa à frente do local onde o casco torácico ipsilateral estava apoiado anteriormente, é chamado de *ultrapegada*. Quando o casco do membro pélvico aterrissa exatamente no local onde o casco torácico estava anteriormente, é chamado *sobrepegada*. Quando o casco do membro pélvico aterrissa atrás do local onde estava anteriormente o casco do membro torácico, é chamado de *retropegada*. O animal pode, portanto, apresentar a *retropegada*, *sobrepegada* ou *ultrapegada* durante a locomoção em diversos andamentos. Neste sentido, a *retropegada* acontece em velocidades mais baixas. Como consequência, a amplitude é pequena e a frequência do passo é alta (CLAYTON, 1994; PROCÓPIO, 2005; GMEL et al., 2022). Já na *ultrapegada* o animal apresenta um passo longo, de maior amplitude e baixa frequência. Por último, o animal que realiza a *sobrepegada* apresenta média amplitude e frequência das passadas. (CLAYTON, 1994; PROCÓPIO, 2005; OLIVEIRA et al., 2015; GMEL et al., 2022)

2.6. Descrição da terminologia da locomoção dos equinos

A seguir destacam-se alguns conceitos necessários ao entendimento do estudo da locomoção dos equinos, tomando como referência o glossário descrito por Back e Clayton (2001), citados por Procópio (2005). São eles:

- Membros torácicos: segmentos ósseos escápula, úmero, rádio e ulna, carpo, metacarpo, falanges, sesamóides e casco;
- Membros pélvicos: segmentos ósseos fêmur, tíbia, tarso, metatarso, falanges e casco;
- Bípede ou bipedal: relativo a dois membros;
- Bípedes torácicos: refere-se aos dois membros torácicos, direito e esquerdo;
- Bípedes pélvicos: refere-se aos dois membros pélvicos, direito e esquerdo;
- Bípedes laterais: refere-se a dois membros ipsilaterais, ou seja, sendo um deles o membro torácico de um lado e o pélvico do mesmo lado;
- Bípedes diagonais: refere-se a dois membros, sendo um deles torácico de um lado e pélvico oposto;
- Contato: refere-se ao instante no qual o casco toca o solo;
- Apoio ou fase de apoio: período que compreende o primeiro contato do membro com o solo até sua saída total;
- Elevação ou fase de elevação: período que se inicia logo após o contato final do casco com o solo;
- Avanço ou fase de sustentação: período no qual o membro descreve sua trajetória no ar, vôo do casco;
- Fase de suspensão do membro: período em que o membro não possui contato com o solo. Começa no momento da saída total do casco do solo e dura até o início da próxima fase de apoio;
- Dissociação: Movimento dos membros contralaterais em momentos diferentes, ou seja, em um dado instante, cada membro do animal encontra-se em uma fase diferente;
- Tempo de apoio: tempo em segundos para cada momento de apoio dos cascos no solo;
- Tempo de suspensão: tempo em segundos para cada momento de suspensão dos membros;
- Pegadas: marcas dos cascos deixadas no solo;

- Sobrepistar ou sobrepegada: quando as pegadas dos membros pélvicos cobrem as dos membros torácicos;
- Ultrapistar ou ultrapegada: quando as pegadas dos membros pélvicos ultrapassam as dos membros torácicos;
- Retropistar ou retropegada: quando as pegadas dos membros pélvicos não atingem as dos anteriores;
- Deslocamento: deslocamento de um corpo ou objeto medido por uma linha reta entre o ponto inicial até o ponto final;
- Passada completa: ciclo completo de séries repetitivas dos movimentos do membro que caracterizam um andamento particular. É a seqüência de apoios, compreendida entre dois momentos idênticos de apoio sucessivos do mesmo membro;
- Comprimento da passada: corresponde ao deslocamento efetuado pelo membro em uma passada completa. Expresso em centímetros (cm) ou metros (m);
- Velocidade da passada: deslocamento do animal em função do tempo, normalmente expresso em metros por segundo (m/s) ou quilômetros por hora (km/h);
- Andamento reunido ou curto: aquele em que as passadas ocorrem com pouco deslocamento dos membros. No passo, marcha e trote ocorre a retropegada;
- Andamento médio: aquele em que as passadas ocorrem com deslocamento mediano dos membros. No passo, marcha e trote ocorre sobrepegada;
- Andamento alongado: aquele em que as passadas ocorrem com maior deslocamento dos membros. No passo, marcha e trote ocorre ultrapegada;
- Andamentos naturais: expresso pelo animal naturalmente, desde o seu nascimento;
- Andamentos artificiais: ocorre quando o animal é condicionado a executá-lo;
- Andamentos simétricos: quando ocorrem movimentos simétricos dos membros quanto ao tempo e ao plano mediano do animal;
- Andamentos assimétricos: quando ocorrem movimentos assimétricos dos membros quanto ao tempo e ao plano mediano do animal;
- Andamentos marchados: ocorre quando o animal permanece sempre em contato com o solo durante sua locomoção;
- Andamentos saltados: quando ocorrem períodos de suspensão do animal em uma passada.

3. OBJETIVO GERAL

Quantificar e comparar as variáveis cinemáticas temporais, espaciais e a sequência de apoios das marchas batida e picada de equinos premiados da raça Mangalarga Marchador.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever e comparar as variáveis cinemáticas temporais das marcha batida e picada (comprimento, frequência, duração e velocidade das passadas) de equinos premiados da raça MM;
- Quantificar a porcentagem de distribuição dos tempos de apoios monopodais, bipedais, tripedais e quadrupedais em relação ao tempo total de duas passadas completas em equinos premiados da raça MM;
- Detectar a possível presença de momentos de suspensão na marcha batida e na marcha picada em equinos premiados da raça MM;
- Descrever as características das pegadas de equinos campeões da raça MM, a fim de analisar o rendimento e amplitude dos membros torácicos e pélvicos;
- Analisar a dissociação relativa de apoio, ou seja, o tempo decorrido entre o apoio do membro torácico e o apoio do membro diagonal pélvicos em equinos premiados da raça MM.

5. HIPÓTESE

Existe diferença na distribuição dos tempos de apoio, nas variáveis temporais e espaciais entre equinos de marcha batida e marcha picada da raça Mangalarga Marchador. Além disso, hipotetiza-se que a marcha batida e marcha picada não podem receber a mesma descrição conceitual, pois apresentam diferenças cinemáticas que os caracterizam como dois andamentos distintos.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. Ética no uso de animais

Os procedimentos envolvendo os animais utilizados neste estudo seguiram os princípios éticos na experimentação animal e foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (CEUA – UFMG, Belo Horizonte, Brasil) - Protocolo: 182/2022 (Anexo III).

6.2. Local

A etapa experimental foi desenvolvida durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador, ocorrida entre os dias 18 e 30 de julho de 2022, no Parque de Exposições Bolívar de Andrade, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

6.3. Animais

Foram avaliados 147 animais em idade de montaria classificados como “Campeão”, “Reservado Campeão” e “Primeiro Prêmio” (primeiro, segundo e terceiro lugar, respectivamente) em cada categoria de marcha, sendo 27 categorias de marcha batida (39 garanhões e 42 éguas) e 22 categorias de marcha picada (27 garanhões e 39 éguas), totalizando 66 animais de marcha picada e 81 de marcha batida, com idade variando entre 37 e 127 meses.

6.4. Análise cinemática

Para esta análise foram filmados os sete animais finalistas dos julgamentos oficiais de marcha de cada categoria, com uma única câmera de vídeo (iPad Pro 2020, 11 polegadas, 2ª geração) posicionada em mesa plástica a um metro de altura do solo e a cinco metros perpendicularmente ao plano de filmagem (Figura 2), permitindo capturar pelo menos duas passadas completas, sendo que uma passada completa de cada membro foi considerada o momento em que o casco tocou o solo, foi retirado e tocou o solo novamente. Além disso, foi

utilizado um quadro de calibração retangular de 1 metro no campo de visão para a escala das coordenadas utilizadas. Posteriormente, procedeu-se à filmagem bidimensional para captura dos dados cinemáticos, com frequência de 240 quadros por segundo (Hz).



Figura 4: Filmagem dos equinos durante as etapas finais do julgamento

O plano de filmagem foi demarcado com dois cones na pista onde os equinos competiram, em uma área de piso plano, chão batido e afastado das curvas, permitindo que eles se apresentassem em linha reta, de forma natural e sempre pelo lado esquerdo, como mostra a Figura 1. Após a obtenção das imagens dos animais premiados durante o evento, cada vídeo foi editado e importado para o *software* Tracker© (versão 6.0.9) para análise cinemática individual.

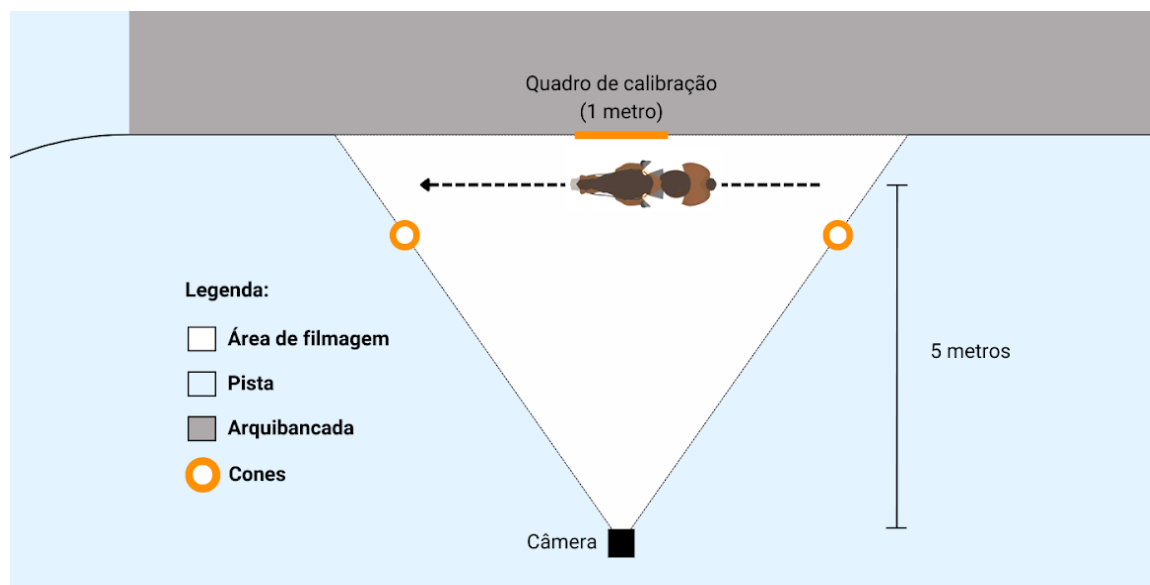


Figura 5: Disposição da área de filmagem dos animais durante o evento.

6.4.1. Porcentagem de distribuição dos apoios

Foram calculadas as porcentagens de distribuição dos tempos de apoio quadrupedal, tripedal (torácico e pélvico), bipedal (diagonal, lateral, torácico e pélvico), monopodal (torácico e pélvico) ou suspensão durante duas passadas completas.

A fase de apoio de cada membro foi considerada desde o primeiro contato do casco (pinça, talão ou sola) com o solo até o último contato da pinça com o solo no momento da decolagem. Para determinação da porcentagem dos tempos de apoio em cada passada, foi feita uma contagem quadro-a-quadro do momento de apoio até o momento de retirada de cada um dos quatro membros do solo, segundo descrito por Nicodemus e Clayton (2003). A quantidade de quadros em que houve apoio quadrupedal, tripedal torácico, tripedal pélvico, bipedal diagonal, bipedal lateral, bipedal torácico, bipedal pélvico, monopodal torácico, monopodal pélvico ou suspensão, foi dividida pelo total de frames da passada para obtenção da porcentagem de distribuição dos diferentes apoios.

6.4.2. Dissociação relativa de apoio do par diagonal

A dissociação relativa de apoio do par diagonal compreendeu o tempo decorrido entre o apoio sucessivo do membro pélvico e do membro torácico contralateral ou apoio sucessivo

do membro torácico e do membro pélvico contralateral e foi desmembrada em “Intensidade” e “Posição”, com as seguintes definições:

1. Intensidade: variável composta pelos valores numéricos de dissociação. Compreende o tempo de dissociação em relação ao tempo total da passada (porcentagem) e mostra a magnitude dessa característica nos equinos avaliados, sendo que a resposta média individual compreendeu a média dos quatro valores encontrados nas duas passadas avaliadas por animal, do lado esquerdo e direito. Então, a partir da média individual, procedeu-se para a contagem da média de dissociação de cada grupo (machos e fêmeas de marcha picada e de marcha batida). Neste sentido, valores maiores de intensidade significam que o equino é mais dissociado.

2. Posição: variável nominal que expressa a posição em que a dissociação ocorreu, sendo que o resultado foi expresso como frequência (porcentagem) de cada tipo de dissociação em relação ao total de passadas avaliadas (duas passadas, do lado direito e esquerdo). Essa variável foi identificada como “positiva”, “negativa” e “ausente”, conforme se segue:

- a) Positiva: quando o membro pélvico apoiou no solo antes do membro torácico contralateral;
- b) Negativa: quando o membro torácico apoiou no solo antes do membro pélvico contralateral;
- c) Ausente: quando o membro pélvico e membro torácico contralateral tocaram o solo ao mesmo tempo.

6.4.3. Comprimento, frequência, duração e velocidade das passadas

Os valores das variáveis cinemáticas mensuradas no membro torácico e no membro pélvico foram obtidas pela análise no *software* Tracker. As variáveis mensuradas foram:

- I. Comprimento da passada: deslocamento do membro torácico ou pélvico em dois apoios sucessivos do casco em uma passada completa. O resultado foi obtido pela

média do comprimento da passada dos quatro membros nas duas passadas completas, utilizando o metro como unidade de medida;

- II. Tempo da passada: tempo decorrido entre dois apoios sucessivos de um mesmo membro (torácico ou pélvico). O resultado foi obtido pela média da duração da passada dos quatro membros nas duas passadas completas. Unidade de medida: segundos (seg);
- III. Frequência da passada: o número de passadas por unidade de tempo (segundos) foi obtido ao calcular o tempo necessário para uma passada completa. O resultado foi obtido pela média da frequência dos quatro membros nas duas passadas completas. Unidade de medida: passadas por segundo (pass/seg);
- IV. Velocidade: A velocidade foi calculada considerando-se a razão matemática entre o comprimento e o tempo gasto por cada um dos quatro membros em duas passadas completas. O resultado foi obtido pela média da velocidade dos quatro membros nas duas passadas completas. Unidade de medida: km/h.

6.4.4. Pegadas

A distância entre a pegada do casco do membro torácico e pélvico também foi nos membros do lado direito e esquerdo do animal, durante as duas passadas avaliadas, totalizando quatro pegadas por animal. Foi realizada a contagem total de pegadas apresentadas por todos os animais em cada grupo e o resultado de sobrepegada, retropegada e ultrapegada foi expresso como frequência (porcentagem) em relação ao total de pegadas expressas pelos animais.

Posteriormente, a distância entre as pegadas dos cascos foi medida em centímetros, conforme ilustrado na Figura 4. O resultado foi apresentado como média e desvio padrão.



Figura 6: Esquema de determinação da distância entre as pegadas: Ferradura Branca representando a pegada do membro torácico; Ferradura cinza representando a pegada do membro pélvico.

1. Retropegada: pegada do casco do membro pélvico posicionada atrás da pegada deixada pelo casco do membro torácico. Se o casco do membro pélvico tocou o solo atrás da pegada do membro torácico a uma distância mínima, foi considerado retropegada de zero centímetros.
2. Sobrepegada: toque do membro pélvico sobre qualquer parte do rastro deixado pelo membro torácico.
3. Ultrapegada: toque do membro pélvico sobre qualquer parte à frente da pegada deixada pelo casco do membro torácico. Se o casco do membro pélvico tocou o solo na frente da pegada do membro torácico a uma distância mínima, foi considerado ultrapegada de zero centímetros.

Para o cálculo da distância entre os cascos na retropegada, foi considerada a distância entre os talões do membro torácico e a pinça do membro pélvico ipsilateral. Já na ultrapegada, foi considerada a distância entre os talões do membro pélvico e a pinça do membro torácico ipsilateral.

6.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

As análises foram realizadas no software de análise estatística R (R Core Team, 2022). Para análise do diagrama da marcha, utilizou-se a análise multivariada pela metodologia de Componentes Principais (Husson, Lê e Pagès, 2017) para selecionar as variáveis de maior importância e avaliar o relacionamento entre elas. Foi utilizada análise de agrupamento (Giordani, Ferraro e Martella, 2020) para agrupar os animais segundo a sua semelhança quanto aos valores observados para as variáveis estudadas.

Para as análises univariadas, foi utilizado o software Sigma Plot 12.0, sendo que os dados foram submetidos às análises de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade. Para as variáveis que atenderam aos dois pressupostos, foi realizada análise de variância para dois fatores (tipo de marcha e sexo), seguida de Tukey ($\alpha = 5\%$) e os resultados apresentados como média \pm desvio padrão. As variáveis que não atenderam a um ou aos dois pressupostos, foram submetidas à análise de Kruskal-Wallis, seguida de Tukey ($\alpha = 5\%$) e os resultados apresentados como mediana (primeiro quartil; terceiro quartil).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Análise multivariada

Os resultados da análise multivariada (PCA) considerando tipo de marcha, sexo, distribuição dos tempos de apoio e idade estão apresentados na Figura 7.

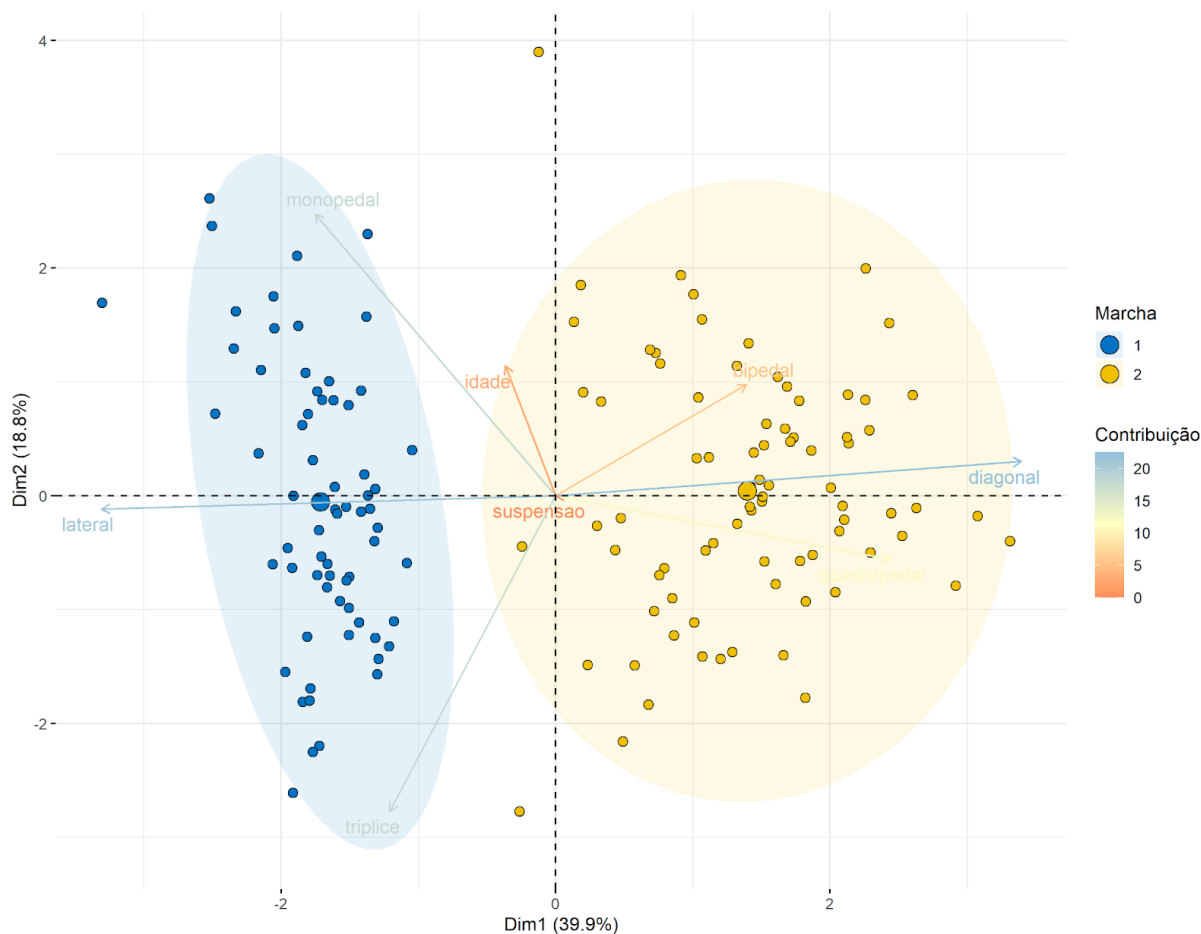


Figura 7: Gráfico do estudo da relação entre as variáveis sexo (macho e fêmea), idade, tipo de marcha e apoios pela análise multivariada. Marcha 1: Marcha Picada. Marcha 2: Marcha Batida. Apoios considerados: bipedal diagonal e lateral, monopodal, tripedal torácico ou pélvico.

A análise por componentes principais foi comprovada cientificamente como uma técnica eficaz para explorar os parâmetros cruciais para a diferenciação da marcha em cavalos MM (FONSECA et al., 2022). Esta metodologia foi utilizada no presente estudo e não revelou associação de idade e sexo, sendo que as variáveis que mais contribuíram para explicar a variação dos dados e que foram responsáveis pela formação de dois grupos na primeira dimensão, foram apoio diagonal e lateral. Essas variáveis apresentaram-se em quadrantes opostos, mostrando comportamento inverso, ou seja, enquanto uma variável aumenta na amostra, a outra diminui. Neste sentido, a variável lateral levou à formação do grupo formado por animais de MP (indivíduos em azul), à esquerda do gráfico. Por outro lado, a variável diagonal provocou a formação de um aglomerado de animais de MB

(indivíduos em amarelo) predominantemente à direita do gráfico. Estes resultados estão de acordo com Procópio (2005) e Fonseca (2018) que encontraram na MP maior proporção de apoios laterais em comparação à MB e maior proporção de apoios diagonais na MB em relação à MP.

Na segunda dimensão, apoio monopodal e tripodal explicaram 18,8% da variação dos dados, o que significa que muitos animais apresentaram esses apoios no diagrama da marcha, apesar de representarem valores muito baixos em relação ao tempo total da passada. Apoio monopodal e tripodal ficaram no quadrante junto à MP, demonstrando que ambos apoios são mais frequentes nesses indivíduos e também têm comportamento inverso, ou seja, animais que apresentam mais tríplexes apoios, tendem a apresentar menos apoio monopodal ou animais que apresentam mais apoio monopodal, tendem a apresentar menos tríplexes apoios. As duas dimensões explicaram juntas 58,7% da variação do conjunto de dados.

Observa-se, ainda, que o grupo formado por animais de MB apresentou maior dispersão dos valores, o que gerou uma forma circular no gráfico, mostrando grande variação na distribuição de apoios na marcha apresentada por este grupo de animais. Em contrapartida, o gráfico gerou uma forma ovalada ou achatada na MP, indicando menor variação na distribuição de apoios dos equinos deste grupo. Os estudos cinemáticos temporais dos andamentos da raça MM realizados até o presente momento (HUSSNI; WISSDORF; NICOLETTI, 1996; NICODEMUS e CLAYTON, 2003; PROCÓPIO, 2005; FONSECA, 2018; MENEZES, 2022) indicaram a complexidade da sequência de apoios da marcha, o que justifica a variação encontrada no padrão do andamento marchado, principalmente dos animais de marcha batida. O modelo subjetivo de avaliação da marcha adotado tanto por criadores quanto por jurados nos concursos de marcha dificulta a avaliação e classificação precisa dos tipos de apoio, justificando a variação apresentada pelos animais do mesmo andamento encontrada no presente estudo. Além disso, era esperado menor variação na sequência de apoios dentro de cada grupo, já que foram avaliados nesta pesquisa apenas os animais que, além de já terem pelo menos um título de campeão em exposições regionais, se classificaram como campeões entre os 3 melhores de cada categoria no principal evento da raça, que compara os melhores animais de marcha do Brasil. Neste contexto, é fundamental que os pesquisadores elaborem estudos cinemáticos que possam elucidar os fatores que interferem no padrão de movimento da raça MM, além de utilizar tecnologias inovadoras que auxiliem os profissionais e técnicos a avaliarem a complexa movimentação dos membros dos

equinos durante a marcha.

7.2. Variáveis cinemáticas temporais da marcha batida e da marcha picada

Os resultados das análises das variáveis cinemáticas temporais analisadas estão apresentados na tabela 1 e os resultados da estatística descritiva de distribuição do tempo em cada tipo de apoio em relação ao tempo total da passada de machos ou fêmeas, da marcha batida ou marcha picada, estão apresentados na tabela 2.

Tabela 1. Duração, comprimento, frequência e velocidade (média \pm desvio padrão) das passadas dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou marcha picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador

Variáveis	Marcha Batida (n=81)		Marcha Picada (n=66)	
	Machos (n=39)	Fêmeas (n=42)	Machos (n=27)	Fêmeas (n=39)
Duração (s)	0,49 \pm 0,03	0,50 \pm 0,02	0,50 \pm 0,01	0,49 \pm 0,01
Comprimento (m)	1,43‡* \pm 0,12	1,38‡* \pm 0,10	1,58‡* \pm 0,14	1,50‡* \pm 0,08
Frequência (pass/seg)	2,02 \pm 0,11	2,00‡ \pm 0,10	1,99* \pm 0,35	2,05‡* \pm 0,07
Velocidade (km/h)	10,54‡* \pm 1,19	9,95‡* \pm 1,04	11,37‡ \pm 0,96	11,12‡ \pm 0,77

‡ Médias diferem entre tipo de marcha (batida ou picada), dentro do mesmo sexo (Tukey, $p \leq 0,05$);

* Médias diferem entre sexo (macho ou fêmea), dentro do mesmo tipo de marcha (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 2. Distribuição do tempo em cada tipo de apoio (mediana: Q1;Q3) em relação ao tempo total da passada (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou marcha picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador

Tipos de apoio	Marcha Batida (n=81)		Marcha Picada (n=66)		
	Machos (n=39)	Fêmeas (n=42)	Machos (n=27)	Fêmeas (n=39)	
Quadrupedal (%)	1,31‡ (0,00;3,36)	0,84‡ (0,00;3,13)	0,00‡ (0,00;0,00)	0,00‡ (0,00;0,00)	
Tripedal	Torácico (%)	7,00‡* (4,31;9,33)	9,06‡* (5,51;12,05)	10,76‡ (8,73;13,26)	12,34‡ (9,78;15,22)
	Pélvico (%)	2,00 (0,00;3,93)	2,54 (0,52;4,69)	1,56 (0,42;3,92)	2,14 (0,00;3,31)
Bipedal	Diagonal (%)	87,01‡ (83,15;90,06)	84,06‡ (81,34;87,71)	38,65‡ (35,37;43,49)	38,89‡ (34,63;42,39)
	Lateral (%)	0,00‡ (0,00;1,26)	0,40‡ (0,00;1,83)	46,12‡* (42,21;49,60)	45,45‡* (38,35;49,39)
	Torácico (%)	0,00 (0,00;0,00)	0,00 (0,00;0,00)	0,00 (0,00;0,00)	0,00 (0,00;0,00)
	Pélvico (%)	0,00‡ (0,00;0,40)	0,00‡ (0,00;0,00)	0,00‡ (0,00;0,00)	0,00‡ (0,00;0,00)
Monopedal	Torácico (%)	0,00 (0,00;0,00)	0,00 (0,00;0,00)	0,00 (0,00;0,00)	0,00 (0,00;0,00)
	Pélvico (%)	0,00‡ (0,00;0,63)	0,00‡ (0,00;0,43)	0,43‡ (0,00;2,74)	1,76‡ (0,42;3,86)

Q1 = primeiro quartil, ¼ das avaliações estão abaixo do valor;

Q3 = terceiro quartil, ¾ das avaliações estão abaixo do valor.

‡ Medianas diferem entre tipo de marcha (batida ou picada), dentro do mesmo sexo (Tukey, $p \leq 0,05$);

* Medianas diferem entre sexo (macho ou fêmea), dentro do mesmo tipo de marcha (Tukey, $p \leq 0,05$).

A velocidade diferiu ($p \leq 0,05$) entre os animais de marcha batida e marcha picada avaliados (Tabela 1). Enquanto a velocidade média da MB diferiu entre machos e fêmeas, apresentando valor médio de 10,54 km/h e 9,95 km/h respectivamente, na MP a velocidade não variou entre os sexos e apresentou valor médio de 11,22 km/h. Este resultado demonstra

que os equinos de MP foram conduzidos em maior velocidade, o que pode ter levado ao consequente maior comprimento das passadas em relação aos animais de MB ($p \leq 0,05$). Em estudo conduzido por Santiago (2013), foi constatado que as variações no comprimento das passadas dos equinos podem estar relacionadas com as variações nas angulações dos membros torácicos e pélvicos entre as duas categorias de marcha. O autor encontrou nas éguas de MB maior comprimento da espádua do que nas éguas MP, além de menores angulações dos membros torácicos e espádua mais inclinada nos machos de MB e relatou que essas características possibilitam maior flexibilidade e amplitude das passadas em relação à MP, embora não tenham avaliado o andamento dos animais estudados.

No presente estudo, a frequência de passadas foi maior na MP em relação à MB somente nas fêmeas, conforme descrito na tabela 1, sendo que na MP houve diferença entre sexo, no qual as fêmeas apresentaram maior frequência que os machos. Clayton (2004) relatou que a marcha picada apresentou menor frequência das passadas que a marcha batida, indicando uma frequência de 65 e 99 passadas por minuto, respectivamente. Por outro lado, Procópio (2005) verificou que equinos Pampa de MP apresentaram maior frequência e menor comprimento de passada em relação à categoria de MB, sendo que os valores de frequência encontrados pelo autor foram de 120 e 113,4 passadas por minuto, respectivamente. Essa controvérsia nos resultados de frequência de passada verificada na avaliação de cavalos de marcha pode estar relacionada com as velocidades distintas apresentadas pelos animais nos estudos realizados (Tabela 3).

Considerando que os machos e fêmeas de MP não diferiram quanto à velocidade e apresentaram a mesma duração das passadas ($p \leq 0,05$), a maior amplitude dos machos e menor frequência em relação às fêmeas nos leva a constatar que os machos apresentaram melhor rendimento médio, o que é bastante valorizado na raça Mangalarga Marchador, já que as provas de marcha são de longa duração e quanto menor o número de passadas para percorrer uma determinada distância, menor a exigência metabólica para o equino (LAGE et al. 2017). Este resultado pode também ser atribuído à conformação dos equinos avaliados, pois animais que apresentam menores ângulos articulares dos membros torácicos tendem a apresentar maior comprimento da passada, já que um menor ângulo escapular favorece o aumento da amplitude da passada (SANTIAGO, 2013).

Tabela 3. Comparação da velocidade média de condução de animais de marcha batida e marcha picada do presente estudo com a velocidade média relatada na literatura

Autores	Raça	Velocidade média (km/h)	
		MB	MP
Procópio (2005)	Pampa	15,39	13,20
Fonseca (2018)	MM	13,11	12,88
Menezes (2022)	MM	13,32 a 14,87	-
Presente estudo	MM	10,23	11,22

Ainda de acordo com Santiago (2013) uma garupa mais horizontal leva a maior elevação do membro pélvico e animais com garupa mais inclinada apresentam membro pélvico mais avante em relação aos animais que apresentam garupa horizontal, sendo que a menor elevação dos membros pélvicos é compensada pelo aumento na frequência das passadas. Nesse sentido, pode ser que os machos MP do presente estudo apresentam ângulos menores nos membros torácicos e garupa mais inclinada do que as fêmeas da mesma categoria de marcha, o que resultou em passadas mais amplas e menos frequentes.

Em ambas as modalidades de marcha a velocidade sofreu grande variação, a exemplo das fêmeas de MB e de MP que apresentaram velocidade mínima de 7,63 km/h e 8,48 km/h e máxima de 12,28 km/h e 12,73 km/h, respectivamente. Portanto, verifica-se que alguns animais foram conduzidos em velocidades mais baixas e outros em velocidades mais altas no mesmo momento de avaliação, evidenciando a ausência de padronização desta importante variável durante os julgamentos. Apesar da diferença encontrada entre as velocidades da MP e da MB, todos os valores encontrados em ambas modalidades de marcha estão enquadrados na velocidade da marcha curta que, segundo Procópio (2005), apresenta valor médio de 10,63 km/h.

Considerando a distribuição dos tempos de apoio (Tabela 2), os animais de MB apresentaram maior porcentagem de apoios bipedal diagonal, seguida de tripedal torácico, tripedal pélvico, quadrupedal e lateral. Por outro lado, os animais de MP apresentaram predomínio de apoios laterais seguidos por diagonais, tríplice torácico, tríplice pélvico e monopodal pélvico. Em relação à MB, os animais de MP apresentaram maior ($p < 0,05$) porcentagem de apoio bipedal lateral, tripedal torácico e monopodal pélvico. Nicodemus e Clayton (2003) avaliaram 16 diferentes andamentos marchados a quatro tempos de algumas

raças equinas no mundo e classificaram a MP da raça MM como simétrica, marchada, de ritmo regular a quatro tempos, com diagrama composto por apoios alternados dos bípodes laterais e diagonais intercalados por momentos de tríplice apoio, resultado similar observado no presente estudo para os animais de marcha picada, embora os equinos de MP no presente estudo tenham apresentado também apoio monopedal pélvico, o que será discutido posteriormente. Fonseca (2018), ao avaliar 29 equinos de MB classificados como “Campeão” ou “Reservado Campeão” em exposições oficiais da raça, observou que a maior porcentagem de tempo da passada foi de apoios bipedal diagonal, seguido por monopedal de membro pélvico, tríplice apoio de membro torácico, bipedal lateral e bipedal de membros pélvicos. Os apoios quadrupedal, tríplice de membro pélvico, monopedal de membro torácico e suspensão ocorreram em, no máximo, 1,93% do tempo total da passada. Além disso, a autora encontrou na MP predomínio de apoios laterais seguidos por diagonais, tríplice torácico e monopedal pélvico e concluiu que os andamentos MB e MP executados na mesma velocidade diferem entre todas as variáveis cinemáticas temporais, exceto nos apoios quadrupedais e monopedais torácicos e pélvicos. Estes dados contradizem o Padrão da Raça atual, que engloba a MB e MP em um único grupo, sem definir suas distinções. Hussni et al. (1996) avaliaram 104 equinos Mangalarga Marchador, sem distinguir entre as marchas batida e picada, e encontraram 100% dos animais apresentando apoios diagonais, 78,85% apoios laterais, 93,27% tripedais de anterior, 39,42% tripedais de posterior, 3,85% monopedais de anterior, 66,35% monopedais de posterior, 2,88% suspensão e 0% quadrupedal.

Menezes (2022) avaliou a distribuição dos tempos de apoio de 12 éguas de MB antes e após 42 dias de protocolo de condicionamento físico, com e sem uso de eletroestimulação encontrou apoios quadrupedais antes do treinamento das éguas, sendo que depois de treinados, independente do protocolo utilizado, foi relatado que os quadrupedais desapareceram. Segundo a autora, o fortalecimento da musculatura ocasionado pelo treinamento melhorou a qualidade de movimentação dos animais, favorecendo sua agilidade e movimentação. Os estudos de Procópio (2005) e Fonseca (2018), citados por Menezes (2022), também não encontraram apoios quadrupedais durante a marcha em equinos já treinados. No entanto, os resultados do presente trabalho foram obtidos em uma situação real de julgamento, durante o principal evento da raça, e mostraram que 71,60% dos animais de MB apresentaram apoio quadrupedal durante a marcha, embora esse apoio tenha representado 1,31% do tempo total da passada nos machos e 0,84% nas fêmeas. Os resultados controversos podem ser

atribuídos à equitação adotada pelos cavaleiros durante as fases finais dos campeonatos ou à fadiga dos animais. Nessa fase, os equinos já estão cansados fisicamente e os cavaleiros tendem a impor mais estímulo (“pressão”) para que os animais avancem, sem deixar que aumentem a velocidade, o que pode ser observado pela menor velocidade (10,23 km/h) de condução e maior frequência média das passadas dos animais de MB (2,00 pass/seg), quando comparado a outros estudos em que os animais apresentavam maior velocidade e menor frequência. No estudo de Procópio (2005), por exemplo, os animais de MB foram montados a uma velocidade média de 15,39 km/h, com frequência das passadas de 1,89 pass/seg.

Nenhum animal MB ou MP apresentou suspensão, o que está de acordo com os achados de Procópio (2005), cujo estudo avaliou 38 equinos MM e verificou que apenas os animais em velocidades mais altas, acima de 14 km/h, apresentaram momentos de suspensão. Portanto, os resultados do presente trabalho estão de acordo com a definição de que, durante a marcha, o animal deve sempre permanecer com pelo menos um membro em contato com o solo (PROCÓPIO, 2005; NICODEMUS e CLAYTON, 2003). Em velocidades mais altas, também foi verificado por Procópio (2005) aumento da frequência de passadas, redução progressiva dos tempos de tríplexes apoios até sua ausência total e aumento dos tempos de apoio monopodal e suspensão. A partir desses resultados foi recomendado que, durante a prova de marcha, os animais não ultrapassem 14 km/h. Nesse sentido, a velocidade média de condução dos animais tanto de MB quanto de MP no presente estudo, apesar de distintas, estão dentro da faixa ideal para preservar o diagrama da marcha.

Monopodal e bipedal de membros pélvicos são apoios que não estão presentes no padrão da raça e, segundo Fonseca (2018), podem ocorrer devido à diferença da duração da fase de apoio dos membros torácicos em relação aos membros pélvicos. Nicodemus e Clayton (2003) também relataram essa diferença, sendo que “*Paso corto*”, “*Paso largo*”, “*Style rack*” e “*Running walk*”, classificados como andamentos a quatro tempos assim como a MB e MP, apresentaram maior duração da fase de apoio dos membros pélvicos quando comparado aos membros torácicos e foram os únicos andamentos que tiveram ocorrência de apoios monopodais.

Na tabela 4 são apresentados os valores da frequência com que os animais apresentaram os diferentes tipos de apoios e mostra que apenas 50,62% dos animais MB apresentaram apoio lateral. A não totalidade de apoios laterais na MB pode, possivelmente, ser atribuída à presença do apoio quadrupedal, que foi apresentado por 71,60% dos animais de

MB, sendo este outro apoio que também não está descrito no Padrão da Raça. Segundo Procópio (2005), o apoio quadrupedal é comum durante a troca dos bípedes laterais na andadura. Estes achados corroboram os achados de Nicodemus e Clayton (2003), que encontraram na MB diagrama composto por alternância de apoios diagonais e quadrupedal intercalados por momentos de tríplice apoio, sem ocorrência de apoio lateral.

Tabela 4. Frequência (%) com que os equinos da raça Mangalarga Marchador de marcha batida ou picada apresentaram os apoios quadrupedal, tripedal, bipedal e monopedal durante a avaliação cinemática na 39ª Exposição Nacional do Cavallo Mangalarga Marchador

Tipo de apoio		Marcha Batida (n=81)	Marcha Picada (n=66)
Quadrupedal		71,60	0,00
Tripedal	Torácico	96,30	100,00
	Pélvico	80,25	74,24
Bipedal	Diagonal	100,00	100,00
	Lateral	50,62	100,00
	Torácico	1,23	0,00
	Pélvico	25,93	0,00
Monopedal	Torácico	9,88	4,55
	Pélvico	33,33	75,76

A partir dos resultados encontrados na tabela 4, também é possível verificar que não houve totalidade dos animais de MP apresentando apoio tripedal de membro pélvico, sendo que 74,24% dos animais apresentaram este apoio. Durante as análises, observou-se também que o apoio monopedal pélvico foi apresentado por 75,76% dos animais de MP, ao invés do tríplice apoio pélvico, sendo esta a possível explicação para a não ocorrência do apoio tripedal pélvico em todos os animais de MP, principalmente se for considerado que na análise multivariada citada anteriormente essas variáveis apresentaram comportamento inverso. É importante ressaltar que, embora os valores de frequência destes apoios nos animais de MP seja alto, a distribuição de tempo do apoio monopedal em relação ao tempo total da passada

foi baixo, conforme pode ser constatado na tabela 2.

7.3. Dissociação relativa de apoio do par diagonal

Os resultados de dissociação relativa de apoio em relação ao tempo total da passada (%) estão apresentados na tabela 5, com os respectivos valores mínimos, médios, máximos e desvio padrão. Já os resultados de dissociação negativa, positiva ou ausente em relação ao total de dissociação (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, estão demonstrados na tabela 6.

Tabela 5. Dissociação relativa de apoio (mínimo, média, máximo e desvio padrão) em relação ao tempo total da passada (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalos Mangalarga Marchador

Variável	Sexo	Marcha Batida (n=81)				Marcha Picada (n=66)			
		Mín	Média	Máx	Desvio Padrão	Mín	Média	Máx	Desvio Padrão
Dissociação relativa de apoio (%)	Machos	0,00	2,85‡	14,04	2,55	17,24	24,01‡*	31,36	3,26
	Fêmeas	0,00	2,27‡	8,11	1,88	8,82	22,49‡*	35,04	4,45

‡ Médias diferem entre tipo de marcha (batida ou picada), dentro do mesmo sexo (Tukey, $p \leq 0,05$);

* Médias diferem entre sexo (macho ou fêmea), dentro do mesmo tipo de marcha (Tukey, $p \leq 0,05$).

Tabela 6. Ocorrência de dissociação do par diagonal negativa, positiva ou parcialmente ausente em relação ao total de dissociação (%) dos equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, avaliados por videogrametria durante a 39ª Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador

Variável	Tipo	Marcha Batida (n=81)		Marcha Picada (n=66)	
		Machos (n=39)	Fêmeas (n=42)	Machos (n=27)	Fêmeas (n=39)
Dissociação relativa de apoio	Negativa ¹ (%)	13,46	14,88	100,00	100,00
	Positiva ² (%)	38,46	22,02	0,00	0,00
	Ausente ³ (%)	48,08	63,10	0,00	0,00

¹Dissociação Negativa: o membro torácico apoiou no solo antes do membro pélvico contralateral;

²Dissociação Positiva: o membro pélvico apoiou no solo antes do membro torácico contralateral;

³Ausente: o membro pélvico apoiou no solo no mesmo momento que o membro torácico contralateral.

No presente estudo, foram gerados quatro valores de dissociação relativa do par diagonal por equino, já que foi feita a avaliação cinemática de duas passadas completas, do lado esquerdo e direito do animal. Nesse sentido, a dissociação foi negativa para todos os animais de MP de ambos os sexos, portanto 100% dos animais de MP apresentaram dissociação e tocaram o solo primeiramente com o membro torácico e em seguida com o pélvico diagonal.

Na MB, foram encontrados valores de 48,08% de dissociação “ausente” nos machos e 63,10% nas fêmeas. É importante ressaltar que nenhum equino de MB apresentou todos os quatro valores de dissociação do par diagonal igual a zero, sendo que a dissociação “ausente” compreendeu no máximo dois valores de dissociação por animal. Portanto, os machos e fêmeas de MB também são dissociados e os valores de dissociação “ausente” podem ser atribuídos a fatores de interferência ambiental, como condições da pista, influência do cavaleiro ou até mesmo à menor velocidade em que os animais foram conduzidos. Na MP não foram observados valores de dissociação ausente, pois a dissociação neste grupos de animais é mais evidente e tem maior duração de tempo em relação ao total da passada.

Houve diferença ($p \leq 0,05$) na dissociação entre as marchas batida e picada, sendo que os animais de MP são mais dissociados que a MB. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Fonseca (2018), que obteve média dissociação do par diagonal de 0,02% no grupo de MB e 24,14% na MP, constatando também que na MP houve maior dissociação do

que na MB. Segundo a autora, a diferença de dissociação entre os andamentos implicou em distintas distribuições do tempo em cada tipo de apoio, exceto para a porcentagem de apoios quadrupedais e monopodais de torácicos e pélvicos. Além disso, relatou que a média de dissociação foi negativa em ambas as marchas, sendo que a MB apresentou alguns valores positivos. Esses resultados discordam dos encontrados no presente estudo, o qual foi detectado dissociação positiva em 38,46 e 22,02% nos machos e fêmeas de MB e apenas 13,46% e 14,88% de dissociação negativa para os machos e fêmeas de MB, respectivamente.

Menezes (2022) também avaliou a dissociação relativa de apoio do par diagonal e encontrou o menor valor de 0,19% para antes do condicionamento e sem uso de eletroestimulação e o maior valor de 2,16% depois do período de condicionamento físico com uso de eletroestimulação, sendo este último valor o que mais se assemelha aos resultados de dos animais de MB do presente estudo.

Nicodemus e Clayton (2003) encontraram que os andamentos a quatro tempos com acoplamento diagonal avaliados (como MP e MB) mostraram dissociação diagonal na faixa de 8 a 20% da passada. Na presente pesquisa, a média de dissociação variou de 2,27% nas fêmeas MB até 24,01% nos machos MP.

7.4. Pegadas

A frequência (%) com que os equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, apresentaram retropegada, sobrepegada ou ultrapegada em relação ao total das pegadas está demonstrados na tabela 4 e os dados de distância (centímetros) entre os cascos pélvicos e torácicos dos equinos estão apresentados na tabela 5, com os respectivos valores médios e desvio padrão.

Tabela 7. Ocorrência de retropegada, sobrepegada ou ultrapegada em relação ao total de pegadas (%) de equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, durante avaliação cinemática na 39ª Exposição Nacional do Caval Mangalarga Marchador

Tipo de Pegada	Marcha Batida		Marcha Picada	
	Machos (n=39)	Fêmeas (n=42)	Machos (n=27)	Fêmeas (n=39)
Retropegada (%)	93,59	98,21	0,00	0,00
Sobrepegada (%)	6,41	1,19	1,85	8,33
Ultrapegada (%)	0,00	0,00	98,15	91,67

Tabela 8. Distância (centímetros) entre os cascos pélvicos e torácicos de equinos machos ou fêmeas, de marcha batida ou picada, que apresentaram retropegada ou ultrapegada durante avaliação cinemática na 39ª Exposição Nacional do Caval Mangalarga Marchador

Pegadas	Sexo	Marcha Batida (n=81)				Marcha Picada (n=66)			
		Mín	Média	Máx	Desvio Padrão	Mín	Média	Máx	Desvio Padrão
Retropegada (cm)	Machos	0,66	12,59	27,42	6,15	-	-	-	-
	Fêmeas	0,00	9,96	22,25	5,64	-	-	-	-
Ultrapegada (cm)	Machos	-	-	-	-	1,43	16,42*	31,2	8,24
	Fêmeas	-	-	-	-	0,00	9,85*	33,75	7,62

*Médias diferem entre sexo (macho ou fêmea), dentro do mesmo tipo de marcha (Tukey, $p \leq 0,05$);

Com relação à ocorrência das pegadas avaliadas nos equinos de marcha picada e/ou batida durante a 39ª Exposição Nacional do Caval Mangalarga Marchador, a maioria das passadas dos equinos campeões de MB apresentaram retropegada. Por outro lado, a maioria dos animais de MP apresentaram ultrapegada, sendo que a ocorrência de sobrepegada foi observada em no máximo 6,41% e 8,33% do total de pegadas dos animais de MB e MP, respectivamente. A maior velocidade média dos animais de marcha picada pode ter

contribuído para esse resultado, pois, de acordo com Clayton (1994), Procópio (2005) e Gmel et al. (2022), à medida que o equino aumenta a velocidade, o comprimento da passada aumenta linearmente. Portanto, as passadas mais alongadas e a velocidade mais alta ($p \leq 0,05$) podem ter gerado maior avanço dos membros pélvicos, favorecendo a ocorrência de ultrapegada nos equinos de MP.

Como os resultados das pegadas considerando as modalidades de marcha foram divergentes, foram comparadas apenas as diferenças entre os sexos em cada tipo de marcha. Nesse sentido, pode-se verificar na tabela 5 que houve diferença entre machos e fêmeas ($p > 0,05$) apenas na MP, em que a distância média entre o talão do membro pélvico e a pinça do membro torácico foi maior nos machos. Este resultado mostra que os machos de MP foram, possivelmente, mais eficientes no avanço dos membros pélvicos, já que foram conduzidos na mesma velocidade ($p > 0,05$) que as fêmeas de MP e apresentaram maior comprimento médio da passada ($p > 0,05$) e maior distância média entre o membro pélvico e membro torácico ipsilateral ($p > 0,05$). No entanto, essas considerações são melhor esclarecidas quando for feita análise das medidas de conformação e ângulo dos animais, correlacionando com a função.

A distância média de retropegada medida do talão do membro torácico à pinça do membro pélvico dos equinos de MB foi de 11,20 centímetros e não houve diferença entre os sexos. Os animais deste grupo apresentaram uma variação importante neste item avaliado, pois os valores de retropegada variaram de 0 até 27,42 centímetros (cm). Estes resultados podem ser atribuídos ao excesso de reunião dos animais durante os campeonatos e conseqüente falta de alongamento ou até mesmo podem estar relacionados à conformação dos animais. Na MP, também foi observada variação considerável nos valores de ultrapegada. Neste sentido, as fêmeas apresentaram desde valores mínimos de 0 até 33,75 cm. Nos machos, essa variação foi de 1,43 a 31,2 cm, sendo que, aparentemente, quanto maior a distância entre os membros ipsilaterais na ultrapegada, mais eficientes os animais serão no avanço dos membros pélvicos. Por outro lado, considerando a baixa velocidade de condução dos animais de MB, alguns animais (uma fêmea e 5 machos) apresentaram sobrepegada. Os valores mínimos de retropegada foram de 0,66 e 0 cm para machos e fêmeas respectivamente. Alguns animais de MB (11 fêmeas e cinco machos) apresentaram valores de retropegada menores ou iguais a 5 cm. Possivelmente esses animais foram os mais eficientes na força de propulsão dos membros pélvicos.

Ainda na Tabela 5, pode-se verificar que, embora o padrão racial apresente a sobrepegada ou ultrapegada como característica ideal da raça MM, os animais de MB não apresentaram nenhum dos dois tipos de pegadas, possivelmente devido à baixa velocidade em que foram conduzidos ou ao tipo de equitação adotada durante as etapas finais dos julgamentos. Deve-se considerar também que outros fatores ligados à equitação dos animais podem afetar o tipo de pegada durante a passada. Falhas frequentemente encontradas na equitação dos animais da raça Mangalarga Marchador durante as provas oficiais de marcha relacionadas, por exemplo, ao posicionamento do segmento cabeça-pescoço adotado, podem alterar o direcionamento do centro de gravidade afetando as pegadas durante a dinâmica de movimentação dos animais. Segundo Martins (2022), as posições do segmento cabeça-pescoço, controladas pelo cavaleiro durante a marcha, podem influenciar todas as variáveis cinemáticas de interesse, sugerindo que o treinamento pode alterar tanto a dissociação e o gesto de marcha, quanto a amplitude de passada do cavalo Mangalarga Marchador. Nesse sentido, os cavalos conduzidos de forma “Invertida” foram mais dissociados e tiveram o menor comprimento de passada. A autora relata, no entanto, que apresentar cavalos nesta posição pode influenciar no bem estar desses animais.

Não foram encontrados estudos na literatura que relatam o padrão de pegadas em diferentes velocidades e condições de avaliação na raça MM, o que prejudicou a discussão do assunto neste estudo, demonstrando a importância da realização de estudos futuros que abordem esse tema.

7.5. Considerações Gerais

Os resultados do presente experimento reforçam a necessidade de aprimorar a forma como os animais de marcha batida e de marcha picada são avaliados em eventos oficiais da raça Mangalarga Marchador. Neste sentido, as análises cinemáticas durante a 39ª Exposição Nacional mostraram grande variação no diagrama dos animais de marcha batida e a presença de apoios que não estão descritos no Padrão da Raça em grande parte dos equinos campeões de ambas as modalidades de marcha. Além disso, foram observados animais conduzidos mais rapidamente e outros de forma mais lenta durante as etapas finais de cada julgamento, sendo que a velocidade é uma importante variável que deve ser padronizada durante a avaliação do desempenho locomotor dos equinos, seja a campo ou em análises científicas. Portanto, a fim

de aumentar a eficiência dos julgamentos e tornar mais justa a comparação entre os animais, a adoção de tecnologias inovadoras que auxiliem os jurados na tomada de decisões de forma mais objetiva parece fundamental.

Este estudo mostrou que as marchas batida e picada apresentaram divergências no comportamento das seguintes variáveis: 1) distribuição dos tempos de apoio; 2) dissociação de apoio do par diagonal; 3) tipo de pegada; 4) frequência e comprimento das passadas. Portanto, a definição das modalidades de marcha que vigora no atual Padrão da Raça Mangalarga Marchador merece ser alvo de atualizações, devendo-se considerar principalmente as variações que podem ocorrer na biomecânica dos animais em detrimento da forma como são conduzidos, em marcha reunida, média e longa. Neste sentido, a ausência de padronização destes conceitos pode causar confundimento durante as análises e o julgamento dos animais.

São necessários mais estudos que avaliem a marcha de animais desta raça, considerando diferentes velocidades e variações deste andamento, além de novos estudos que possam associar os padrões de movimentação dos equinos da raça MM com a análise morfofuncional. Além disso, os resultados revelaram que, ao contrário do que se esperava de que a MP precisava de melhor padronização, a maior variação encontrada nos parâmetros que foram analisados foi evidenciada na MB o que demonstra a necessidade de padronização dessa modalidade de andamento da raça Mangalarga Marchador.

Este é o primeiro estudo científico que avalia as pegadas de equinos Mangalarga Marchador e mostrou que essa avaliação deve também ser feita em diferentes velocidades e condições, visando elucidar o padrão de pegadas durante a dinâmica de movimentação dos equinos.

8. CONCLUSÕES

As variáveis cinemáticas temporais, espaciais e a distribuição dos tempos de apoio analisadas nos equinos premiados durante o principal evento da raça MM diferiram entre a MB e MP, exceto nos apoios tripedais pélvicos e na duração das passadas, sendo que em ambas as modalidades de marcha não foram encontrados momentos de suspensão. Com relação à dissociação do par diagonal, a MP foi mais dissociada que a MB. Além disso, os equinos avaliados neste experimento mostraram apoios que não estão descritos no Padrão da Raça,

como o apoio monopodal torácico e pélvico na MP e apoio quadrupedal, bipedal pélvico e monopodal torácico e pélvico na MB. A retropegada se destacou entre os equinos de MB, discordando do padrão racial, o qual descreve a sobrepegada e a ultrapegada como características ideais da raça. A partir dos resultados encontrados neste experimento, conclui-se que os andamentos MB e MP de equinos premiados da raça MM diferiram na maioria das variáveis analisadas, sendo necessários novos estudos que avaliem ambas as modalidades de marcha, controlando-se os fatores que interferem na interpretação dos resultados, como condução dos animais em velocidades equivalentes e padronização da equitação adotada pelos cavaleiros.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador, Padrão da Raça. Belo Horizonte: ABCCMM, 2000, 4p.

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. Em busca da marcha ideal. Revista Oficial da ABCCMM, v. 1, n. 1, p. 68-69, mar. 1988. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/revista>. Acesso em: 23 jan. 2022.

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. Números da raça. Revista Oficial da ABCCMM, v. 33, n. 90, p. 6, set. 2022. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/revista>. Acesso em: 23 jan. 2022.

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. Regulamento Geral para Eventos Oficializados do Cavalo Mangalarga Marchador. Belo Horizonte: ABCCMM, 2009, 41p.

ABCCMM – Sistemas e Metodologias dos Julgamentos - Regulamento da 38a Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador. 2019: p. 63-65.

ABRANTES, R. G. P.; REZENDE, A. S. C.; SANTIAGO, J. M.; TRIGO, P.; MELO, M. M.; FONSECA, M. G.; LAGE, J.; MOREIRA, D. C. A. *Validation of a training protocol for marcha contests of the Mangalarga Marchador breed*. Bioscience Journal, v. 31, 2015, p.1787-91.

BACK, W.; CLAYTON, H. Equine locomotion. 2^a ed. London: W.B. Saunders, 2013. 527p.

BACK, W.; CLAYTON, H. Equine locomotion. London: W.B. Saunders, 2001. 384p.

CALZONE, S.; WILKINS, C.; DECKERS, I.; NANKERVIS, K. *The Effects of the EquiAmi™ Training Aid on the Kinematics of the Horse at the Walk and Trot In-Hand*. Journal of Equine Veterinary Science, vol. 111, 103868, 2022.

CASIUCH, R. O romance da raça: histórias do cavalo Mangalarga Marchador. São Paulo: Empresa das Artes, 1997, 254p.

CASTEJÓN-RIBER, C.; RIBER, C.; RUBIO, M. D.; AGUERA, E.; MUÑOZ, A.; *Objectives, Principles, and Methods of Strength Training for Horses*. Journal of Equine Veterinary Science, vol. 56, p. 93-103, 2017.

CHIROLI, M. J.; PANIZ, V. L. F.; QUINTEIRO, S. C. EQUOTERAPIA: alterações de diferentes estímulos causadas pela variação na amplitude e frequência do passo do cavalo. FICE. Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, p. 45-51. 2015.

CLAYTON, H. M. *Comparison of the stride kinematics of the collected, working, medium and extended trot in horses*. Canada. Equine Veterinary Journal, v. 26 (3), 1994, p. 230-234.

CLAYTON, H. *The dynamic horse: a biomechanical guide to equine movement and performance*. Mason: Sport Horse Publications, 2004, 267p.

COSTA, J. A.; CAIADO, J. R. C.; COSTA, H. G. Julgamento de equinos da raça Mangalarga Marchador: uma análise multicritério. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2003.

COUROUCÉ, A. Exercise testing for assessing fitness in French Standardbred trotters. The Veterinary Journal, v. 157 (2), 1999, pp 112-122

EGENVALL, A.; BYSTROM, A.; LINDSTEN, A.; CLAYTON, H. M. *A Scoping Review of Equine Biomechanics Revisited*. Journal of Equine Veterinary Science, vol. 106, 103714, 2022.

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

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

FONSECA, M. G.; FERRAZ, G. D. C.; LAGE, J.; PEREIRA, G. L.; CURI, R.A. 2017. *A Genome-Wide Association Study Reveals Differences in the Genetic Mechanism of Control of the Two Gait Patterns of the Brazilian Mangalarga Marchador Breed. Journal of Equine Veterinary Science.* 53, 64–67.

FONSECA, M. G.; REZENDE, A. S. C.; SILVATTI, A. P.; SILVA, T. O.; LAGE, J.; CARVALHO, J. R. G.; ANJOS, L. S.; BRAGANÇA, F. S.; FERRAZ, G. C. *Gait differentiation of Mangalarga Marchador horses using principal component analysis (PCA).* Comparative Exercise Physiology, vol. 18 (1), p. 74, 2022.

GALISTEO, A. M.; CANO, M. R.; MORALES, J. L.; VIVO, J.; MIRÓ, F. *The influence of speed and height at the withers on the kinematics of sound horses at the handled trot.* Veterinary Research Communication, v. 22, p. 415-423, 1998.

GIORDANI, P.; FERRARO, M. B.; MARTELLA, F. *An Introduction to Clustering with R.* Singapore: Springer Singapore, 2020. v. 1.

GMEL, A. I.; HARALDSDÓTTIR, E. H.; BRAGANÇA, F. M. S.; CRUZ, A. M.; NEUDITSCHKO, M.; WEISHAUPT, M. *Determining Objective Parameters to Assess Gait Quality in Franches-Montagnes Horses for Ground Coverage and Over-Tracking - Part 1: At Walk.* Journal of Equine Veterinary Science, vol. 115, 104024, 2022.

HARDEMAN, A. M.; EGENVALL, A.; BRAGANÇA, F. M. S.; SWAGEMAKERS, J.; KOENE, M. H. W.; ROEPSTORFF, L.; WEEREN, R. V.; BYSTROM, A. *Visual lameness assessment in comparison to quantitative gait analysis data in horses.* Germany. Equine Veterinary Journal, v. 54 (6), 2021, p. 999-1158.

HARRIS, S.E. *Horse gaits, balance and movement.* New York: Howell Book House, 1993, 178p.

HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. *Equine sports medicine and surgery*. 2ª ed. Saunders, 2014. 1299p.

HUSSNI, C. A.; WISSDORF, H.; NICOLETTI, J. L. M. Variações da marcha em equinos mangalarga marchador. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 26, n. 1, 1996, p. 91-95.

HUSSON, F.; LÊ, S.; PAGÈS, J. *Exploratory multivariate analysis by example using R*. Second edition ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal - 2016.

KHUMSAP, S.; LANOVAZ, J. L.; CLAYTON, H. M. GALISTEO, A. M.; CANO, M.R.; MORALES, J. L.; VIVO, J. MIRÓ, F. *Verification of skin-based markers for 3-dimensional kinematic analysis of the equine tarsal joint*. North America. *Equine Veterinary Journal*, v. 36 (8), 1994, p. 655-658.

LAGE, J.; Fonseca, M. G.; DE BARROS, G. G. M.; FERINGER-JÚNIOR, W. H.; PEREIRA, G. T.; FERRAZ, G. C. *Workload of official contests, net cost of transport, and metabolic power of Mangalarga Marchador horses of marcha batida or picada gaits*. *Journal of Animal Science*, v. 95, 2017, p. 2488.

LIMA, R.R.S.; CINTRA, A.G. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo. Brasília DF: Ministério da Agricultura e Pecuária; 2016.

MARTINS, N. A. Efeito de diferentes posições de cabeça e pescoço nas variáveis cinemáticas do Mangalarga Marchador. 2022. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

MENEZES, B. D. Desempenho físico e qualidade da movimentação de equinos Mangalarga Marchador treinados com aparelho de eletroestimulação de corpo inteiro. 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MIRÓ, F.; SANTOS, R.; GARRIDO-CASTRO, J. L.; GALISTEO, A. M.; MEDINA-CARNICER, R. *2D versus 3D in the kinematic analysis of the horse at the trot*. Veterinary Research Communications, v. 33, p. 507–513, 2009.

MORALES, J. L.; MANCHADO, M.; CANO, M. R.; MIRÓ, F.; GALISTEO, A. M. *Temporal and linear kinematics in elite and riding horses at the trot*. Journal of Equine Veterinary Science, v. 18, n. 12, p. 835-839, 1998.

NASCIMENTO, J.F. Mangalarga marchador: tratado morfofuncional. Belo Horizonte: ABCCMM, 1999, 577p.

NICODEMUS, M. C.; CLAYTON, H.M. *Temporal variables of four-beat, stepping gaits of gaited horses*. Appl Anim Behav Sci, v. 80, 2003, p. 133-142.

OLIVEIRA, K.; SOUTELLO, R. V.; DA FONSECA, R.; COSTA, C.; PAULO, R. D. L.; FACHIOLLI, D. F.; CLAYTON, H. M. *Gymnastic training and dynamic mobilization exercises improve stride quality and increase epaxial muscle size in therapy horses*. Journal of Equine Veterinary Science, v. 35, n. 11-12, p. 888-893, 2015.

PATTERSON, L.; STAIGER, E. A.; BROOKS, S. A. *DMRT3 is associated with gait type in Mangalarga Marchador horses, but does not control gait ability*. Animal Genetics, v. 46, n. 2, p. 213-215, 2015.

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

PROCÓPIO, A.M.; BERGMANN, J.A.G.; MENZEL, H.J.; BRÊTAS, M. S.; HERR, J.; FANTINI, P. *Curvas ângulo-tempo das articulações dos eqüinos marchadores*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n. 1, 2007, p. 41-48.

R CORE TEAM. R: *A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>

RANGASAMY, K.; AS'ARI, M. A.; RAHMAD, N. A.; GHAZALI, N. F.; ISMAIL, S. *Deep learning in sport video analysis: a review*. TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control, v. 18, n. 4, pp. 1926-1933, 2020.

SANTIAGO, J.M.; REZENDE, A.S.C.; LANA, A.M.Q.; FONSECA, M.G.; ABRANTES, R.G.P.; LAGE, J.; ANDRADE, J.M.; RESENDE, T.M. Medidas morfométricas do rebanho atual de fêmeas Mangalarga Marchador e das campeãs da raça. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.15, n.1, p.141-148, 2014.

SANTIAGO, J. M. Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTUOSSO, E.; LEGUILLETTE, R.; VINARDELL, T.; FILHO, S.; MASSIE, S.; MCCRAE, P.; JOHNSON, S.; ROLIAN, C.; DAVID, F. *Kinematic Analysis During Straight Line Free Swimming in Horses: Part 1 - Hindlimbs*. Frontiers in Veterinary Science, vol. 8, 752375, 2022a.

SANTUOSSO, E.; LEGUILLETTE, R.; VINARDELL, T.; FILHO, S.; MASSIE, S.; MCCRAE, P.; JOHNSON, S.; ROLIAN, C.; DAVID, F. *Kinematic Analysis During Straight Line Free Swimming in Horses: Part 2 - Hindlimbs*. Frontiers in Veterinary Science, vol 8, 761500, 2022b.

SMIT, I. H.; HERNLUND, E.; BROMMER, H.; WEEREN, P. R. V.; RHODIN, M.; BRAGANÇA, F. M. S. *Continuous versus discrete data analysis for gait evaluation of horses with induced bilateral hindlimb lameness*. Netherlands. Equine Veterinary Journal, v. 54 (3), 2022, p. 455-633.

STEIN, M.; JANETZKO, H.; LAMPRECHT, A.; BREITKREUTZ, T.; ZIMMERMANNM P.; GOLDLUCKE, B.; SCHRECK, T.; ADRIENKO, G.; GROSSNIKLAUS, M.; KEIM, D. A. *Bring it to the Pitch: Combining Video and Movement Data to Enhance Team Sport Analysis*. Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 24, n. 1, 2018.

THOMASON, J. J.; PETERSON, M. L. *Biomechanical and mechanical investigations of the hoof-track interface in racing horses. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, Elsevier, v. 24, n. 1, p. 53–77, 2008

TRANQUILLE, C.; TACEY, J.; WALKER, V.; MACKECHINE-GUIRE, R.; ELLIS, J.; NANKERVIS, K.; NEWTON, R.; MURRAY, R. *Effect of Water Depth on Limb and Back Kinematics in Horses Walking on a Water Treadmill*. *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 115, 104025, 2022.

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

ANEXO I

Primeiro Padrão da raça Mangalarga Marchador

Aprovado em Assembleia Extraordinária realizada em 25 de outubro de 1950, e modificado em Assembleia Geral realizada em 17 de agosto de 1951.

I - Aparência Geral

- 1- **Pelagem** – qualquer pelagem aceitável, exceto a branca despigmentada;
- 2- **Altura** – machos: mínima de 1,46 m, sendo ideal 1,50 m; Fêmeas: mínima de 1,38 m, sendo 1,44 m a ideal;
- 3- **Peso** – de 250 a 400 kg para machos;
- 4- **Forma** – porte médio; leve na sua aparência geral, de linhas definidas e musculatura bem proporcionada;
- 5- **Constituição Forte e Condição Sadia;**
- 6- **Qualidade** – ossos secos e fortes; tendões e articulações delicadas e bem delineadas; pele e pêlos finos;
- 7- **Temperamento** – ativo e dócil.

II – Cabeça e Pescoço

- 1- **Cabeça** – de tamanho médio e harmoniosa; fronte larga e plana; perfil retilíneo, tolerando-se o subcôncavo; ganachas delicadas e afastadas; olhos afastados, grandes, vivos e de pálpebras finas; orelhas de tamanho médio, bem implantadas, móveis e atesouradas; boca medianamente rasgadas, lábios finos, iguais, móveis e firmes; narinas abertas e flexíveis;
- 2- **Pescoço** – leve, de comprimento médio, harmoniosamente ligado à cabeça e de inserção bem definida, oblíquo, tolerando-se o ligeiramente rodado; crina rala e sedosa.

III – Tronco

- 1- **Cernelha** – alta, comprida, musculosa e bem definida;
- 2- **Costelas** – arqueadas e longas. Tórax profundo e amplo;
- 3- **Dorso e Lombo** – curtos, retos, bem sustentados; flancos profundos, cheios e arredondados;
- 4- **Garupa** – longa, musculosa, arredondada, quanto possível horizontal e bem ligada ao lombo;
- 5- **Cauda** – de inserção alta, bem implantada, sabugo curto e firme, ligeiramente curvada na ponte, para cima, quando o animal se movimenta, com crina rala e sedosa;
- 6- **Órgãos Genitais** – perfeitos.

IV – Membros

- 1- Espádua – musculosas, não demasiadamente cheia e oblíqua;
- 2- Braços – curtos e musculosos;
- 3- Antebraços – longos, largos e musculosos;
- 4- Joelhos – retos, largos, chatos e bem suportados;
- 5- Coxas – cheias e musculosas;
- 6- Pernas – longas, fortes e bem aprumadas;
- 7- Jarretes – secos, lisos e bem aprumados;
- 8- Canelas – curtas, secas e limpas, com tendões fortes e bem delineados;
- 9- Boletos – largos, definidos e bem suportados;
- 10- Quartelas – médias, oblíquas e fortes;
- 11- Cascos – arredondados, sólidos, lisos e escuros, sola côncava e ranilha elástica;
- 12- Membros em seu conjunto – fortes, com articulações salientes e firmes, bem aprumados.

V – Andamentos

Marcha avante, batida ou picada, tanto quanto possível regular. Não serão admitidos animais exclusivos de trote e andadura.

VI – Desclassificação

- a- **Pelagem** – albino, despigmentação nos olhos, órgãos genitais, ânus e períneo.
- b- **Temperamento** – vícios considerados graves e transmissíveis.
- c- **Conformação** – cabeça muito acarneirada, orelhas cabanas, lábios caídos.
- d- **Pescoço** – cangado (de cervo); demasiadamente rodado.
- e- **Membros** – defeitos graves de aprumos e taras consideradas prejudiciais.
- f- **Andamento** – trote e marcha trotada, bem como os animais exclusivos de andadura.

ANEXO II

Padrão Racial do Mangalarga Marchador (ABCCMM, 2000)

O Padrão da Raça Mangalarga Marchador foi aprovado pelo CDT (Conselho Deliberativo Técnico) da ABCCMM em 24/06/98, sendo aprovado pelo MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária) em 05/07/2000.

I - APARÊNCIA GERAL:

1 - Porte médio, ágil, estrutura forte e bem proporcionada, expressão vigorosa e sadia, visualmente leve na aparência, pele fina e lisa, pelos finos, lisos e sedosos, temperamento ativo e dócil.

2 - Altura:

Para machos a ideal é de 1,52m, admitindo-se para o registro definitivo a mínima de 1,47m e a máxima de 1,57m. Para fêmeas a ideal é de 1,46m, admitindo-se para o registro definitivo a mínima de 1,40m e a máxima de 1,54m.

II - CABEÇA:

1 - Forma: triangular, bem delineada, média e harmoniosa, fronte larga e plana;

2 - Perfil: retilíneo na fronte e de retilíneo a sub-côncavo no chanfro;

3 - Olhos: afastados e expressivos, grandes, salientes, escuros e vivos, pálpebras finas e flexíveis;

4 - Orelhas: médias, móveis, paralelas, bem implantadas, dirigidas para cima, de preferência com as pontas ligeiramente voltadas para dentro;

5 - Garganta: larga e bem definida;

6 - Boca: de abertura média, lábios finos, móveis e firmes;

7 - Narinas: grandes, bem abertas e flexíveis;

8 - Ganachas: afastadas e descarnadas.

III - EXPRESSÃO E CARACTERIZAÇÃO:

O que exprime e caracteriza a raça em sua cabeça, aparência geral e conformação.

IV - PESCOÇO:

De forma piramidal, leve em sua aparência geral, proporcional, oblíquo, de musculatura forte, apresentando equilíbrio e flexibilidade, com inserções harmoniosas, sendo a do tronco no terço superior do peito, admitindo-se, nos machos, ligeira convexidade na borda dorsal - como expressão de caráter sexual secundário - crinas ralas, finas e sedosas.

V - TRONCO:

- 1 - Cernelha: bem definida, longa, proporcionando boa direção à borda dorsal do pescoço;
- 2 - Peito: profundo, largo, musculoso e não saliente;
- 3 - Costelas: longas, arqueadas, possibilitando boa amplitude torácica;
- 4 - Dorso: de comprimento médio, reto, musculado, proporcional, harmoniosamente ligado à cernelha e ao lombo;
- 5 - Lombo: curto, reto, proporcional, harmoniosamente ligado ao dorso e à garupa, coberto por forte massa muscular;
- 6 - Ancas: simétricas, proporcionais e bem musculadas;
- 7 - Garupa: longa, proporcional, musculosa, levemente inclinada, com a tuberosidade sacral pouco saliente e de altura não superior à da cernelha;
- 8 - Cauda: de inserção média, bem implantada, sabugo curto, firme, dirigido para baixo, de preferência com a ponta ligeiramente voltada para cima quando o animal se movimenta. Cerdas finas, ralas e sedosas.

VI - MEMBROS ANTERIORES:

- 1 - Espáduas: longas, largas, oblíquas, musculadas, bem implantadas, apresentando amplitude de movimentos;
- 2 - Braços: longos, musculosos, bem articulados e oblíquos;
- 3 - Antebraços: longos, musculosos, bem articulados, retos e verticais;
- 4 - Joelhos: largos, bem articulados e na mesma vertical do antebraço;
- 5 - Canelas: retas, curtas, descarnadas, verticais, com tendões fortes e bem delineados;
- 6 - Boletos: definidos e bem articulados;
- 7 - Quartelas: de comprimento médio, fortes, oblíquas e bem articuladas;
- 8 - Cascos: médios, sólidos, escuros e arredondados.
- 9 - Aprumos: corretos.

VII - MEMBROS POSTERIORES:

- 1 - Coxas: musculosas e bem inseridas;
- 2 - Pernas: fortes, longas, bem articuladas e aprumadas;
- 3 - Jarretes: descarnados, firmes, bem articulados e aprumados;
- 4 - Canelas: retas, curtas, descarnadas, verticais, com tendões fortes e bem delineados;
- 5 - Boletos: definidos e bem articulados;
- 6 - Quartelas: de comprimento médio, fortes, oblíquas e bem articuladas;
- 7 - Cascos: médios, escuros e arredondados;
- 8 - Aprumos: corretos.

VIII - AÇÃO:

1 - Passo: andamento marchado, simétrico, de baixa velocidade, a quatro tempos, com apoio alternado dos bípeds laterais e diagonais, sempre intercalados por tempo de tríplice apoio.

Características ideais: regular, elástico, com ocorrência de sobrepegada; equilibrado, com avanço sempre em diagonal e tempos de apoio dos bípeds diagonais pouco maiores que laterais; suave movimento de bácia com o pescoço; boa flexibilidade de articulações.

2 - Galope: andamento saltado, de velocidade média, assimétrico, a três tempos, cuja sequência de apoios se inicia com um posterior, seguido do bípede diagonal colateral (apoiado simultâneo) e se completa com o anterior oposto.

Características ideais: regular, justo, com boa impulsão, equilibrado, com nítido tempo de suspensão, discreto movimento de bácia com o pescoço, boa flexibilidade de articulações.

IX – ANDAMENTO:

Marcha batida ou picada – é o andamento natural, simétrico, a quatro tempos, com apoios alternados dos bípeds laterais e diagonais, intercalados por momentos de tríplice apoio.

Características ideais: regular, elástico, com ocorrência de sobrepegada ou ultrapegada, equilibrado, com avanço sempre em diagonal e tempos de apoio dos bípeds diagonais maiores que laterais, movimento discreto de anteriores, descrevendo semicírculo visto de perfil, boa flexibilidade de articulações.

Aprovado pelo CDT – Conselho Deliberativo Técnico da ABCCMM em 11/02/2003 Aprovado pelo MAPA em 08/12/2003

X - PONTOS DE DESCLASSIFICAÇÃO:

- 1 - Expressão e caracterização: quando se distingue da raça.
- 2 - Despigmatação:
 - Pele (Albinismo)
 - Íris (Albinóide)
- 3 - Temperamento: vícios considerados graves e transmissíveis.
- 4 - Orelhas: mal dirigidas (Acabanadas)
- 5 - Perfil da frente: convexilíneo
- 6 - Perfil do chanfro: convexilíneo ou concavilíneo
- 7 - Lábios: com relaxamento das comissuras (belfo)
- 8 - Assimetria da arcada dentária: prognatismo

9 - Pescoço: cangado, invertido (de cervo) e rodado

10 - Linha dorso-lombar: cifose (de carpa), lordose (selado) e escoliose (desvio lateral da coluna)

11 - Garupa: demasiadamente inclinada (derreada), de altura superior à da cernelha, tolerando-se, neste caso, nas fêmeas, diferença de até 2 centímetros.

12 - Membros: taras ósseas congênicas e defeitos graves de aprumos.

13 - Aparelho genital:

- Anorquidia (ausência congênita dos testículos)
- Monorquidia (roncolho)
- Criptorquidia (1 ou 2 testículos na cavidade abdominal)
- Assimetria testicular acentuada
- Anomalias congênicas do sistema genital feminino

14 - Andamento:

- Andadura
- Trote
- Marcha trotada

XI - PONTOS PARA REGISTRO DEFINITIVO

ESPECIFICAÇÃO	VALORES
I - Aparência geral	04 pontos
II - Cabeça	05 pontos
III - Caracterização/Expressão	10 pontos
IV - Pescoço	04 pontos
V - Tronco	23 pontos
Cernelha	03 pontos
Peito	02 pontos
Tórax	03 pontos
Dorso-lombo	07 pontos
Ancas	02 pontos
Garupa	05 pontos
Cauda	01 ponto
VI - Membros anteriores	24 pontos
Espádua	04 pontos
Antebraço / braço	04 pontos
Joelhos	03 pontos
Canelas	02 pontos
Boletos	03 pontos
Quartelas	02 pontos
Cascos	02 pontos
Aprumos	04 pontos
VII - Membros posteriores	20 pontos
Coxa/perna	04 pontos
Jarretes	03 pontos
Canelas	02 pontos
Boletos	03 pontos
Quartelas	02 pontos
Cascos	02 pontos
Aprumos	04 pontos
VIII - Ação	10 pontos
Passo	05 pontos
Galope	05 pontos
Sub-total	100 pontos
IX - Andamento	100 pontos
Total	200 pontos

ANEXO III

Certificado Comissão Ética no Uso de Animais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "CARACTERIZAÇÃO DO DIAGRAMA DAS MARCHAS BATIDA E PICADA DE EQUINOS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR", protocolo do CEUA: 182/2022 sob a responsabilidade de Adalgiza Souza Carneiro de Rezende 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 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 20/07/2022.

Vigência da Autorização	20/07/2022 a 19/07/2027
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Equino / Mangalarga Marchador
Nº de animais	81
Peso/Idade	400kg / 5(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Haras diversos
*Espécie/linhagem	Equino / Mangalarga Marchador
Nº de animais	66
Peso/Idade	400kg / 5(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Haras diversos

Dados dos animais agrupados (uso do biotério)	
*Espécie/linhagem	Equino / Mangalarga Marchador
Nº de animais	147
Idade	5(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Haras diversos

Considerações posteriores:

20/07/2022	Aprovado no dia 20/07/2022. Validade: 20/07/2022 à 19/07/2027 Este protocolo foi aprovado condicionado a resposta à diligência na reunião de 18/07/2022
------------	---

Belo Horizonte, 02/02/2023.