



**ALAN FREIRE**

**CARACTERIZAÇÃO RACIAL DE EQUINOS MANGALARGA  
MARCHADOR: COMO APRIMORAR O REGISTRO  
GENEALÓGICO E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO?**

**LAVRAS – MG**

**2024**

**ALAN FREIRE**

**CARACTERIZAÇÃO RACIAL DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR:  
COMO APRIMORAR O REGISTRO GENEALÓGICO E CRITÉRIOS DE  
SELEÇÃO?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes para obtenção do título de mestre.

Prof<sup>a</sup> Dra. Raquel Silva de Moura  
Orientadora

Prof<sup>a</sup> Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles  
Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Freire, Alan.

Caracterização racial de equinos Mangalarga Marchador: como  
aprimorar o registro genealógico e critérios de seleção? / Alan

Freire. - 2024.

133 p. : il.

Orientador(a): Raquel Silva de Moura.

Coorientador(a): Sarah Laguna Conceição Meirelles.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. componentes principais. 2. morfometria. 3. progênie. I.  
Moura, Raquel Silva de. II. Meirelles, Sarah Laguna Conceição. III.  
Título.

**ALAN FREIRE**

**CARACTERIZAÇÃO RACIAL DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR:  
COMO APRIMORAR O REGISTRO GENEALÓGICO E CRITÉRIOS DE  
SELEÇÃO?**

**MANGALARGA MARCHADOR HORSE BREED CHARACTERIZATION: HOW  
TO IMPROVE THE STUD BOOK REGISTRATION AND SELECTION CRITERIA?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para obtenção do título de mestre.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2024.

Dra. Raquel Silva de Moura – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Dr. José Camisão de Souza – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Dr. Fernando de Oliveira Bussiman – University of Georgia (UGA - USA)

Dr. Cahuê Francisco Rosa Paz - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC)

Profa. Dra. Raquel Silva de Moura

Orientadora

Profa. Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles

Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2024**



*"Repetir muito, recompensar sempre, contentar-se com pouco"*  
*(Autor não identificado)*

*"Eu devo voltar?" perguntou Harry.*

*"Se você assim escolher," respondeu Dumbledore.*

*"Mas eu tenho escolha?"*

*"Sim."*

*"E para onde o trem me levaria?"*

*"Ora, para frente," disse Dumbledore, com um sorriso enigmático.*

***J.K. Rowling - "Harry Potter e as Relíquias da Morte"***

*"Tudo que acontece fora de você precisa da sua aprovação interna para se manifestar. Isso significa que, qualquer coisa que acontece na sua vida é o fiel reflexo da sua vontade."*

***Stefano Elio D'anna - "A Escola dos Deuses"***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, cuja graça e orientação me permitiram realizar este sonho de trabalhar com os cavalos, que tanto amo, durante esta jornada. A fé foi minha bússola nos momentos de incerteza e dificuldade.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de estudo.

Agradeço a CAPES, por todo o aporte financeiro nesse período. Agradeço a ABCCMM e ao MAPA por todo o apoio que fomentou a formação do banco de dados dessa pesquisa.

À minha família, que foi minha fortaleza e meu porto seguro. A paciência, o amor e o apoio incondicional que recebi foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

À professora Dra. Raquel Silva de Moura, que esteve presente desde o início da graduação, não medindo esforços e sempre se dedicando para que momentos como esse fosse possível. Seu exemplo de dedicação profissional foi uma inspiração para mim, minha imensa gratidão.

Agradeço o professor Alex de Oliveira Ribeiro por todo o suporte na confecção desse trabalho, que não mediu esforços e estava sempre disposto para sanar minhas dúvidas, muito obrigado por todos os momentos e ensinamentos.

Agradeço à Professora Sarah Laguna Conceição pelo suporte na elaboração deste trabalho, bem como pela sua disponibilidade e ensinamentos.

Aos meus amigos que sempre dividiram comigo os momentos difíceis, obrigado pelo companheirismo, alegrias e cachaças. Com certeza, esses momentos sempre serão lembrados. A importância de vocês na minha vida é imensurável.

Ao Núcleo de Estudos em Equideocultura (NEQUICP - UFLA), por me ensinar a trabalhar em equipe, respeitar as opiniões divergentes e pelas grandes amizades.

A todos os Professores que estiveram comigo durante a pós-graduação, foram o diferencial.

A todos os equinos pela contribuição para tornar este trabalho possível, a esses animais esplêndidos que nos despertam os melhores sentimentos.

Aos companheiros de pós-graduação pelos anos passados juntos.

A todos que estiveram ao meu lado durante essa jornada.

**Gratidão!**

*“Todas as coisas foram feitas por intermédio Dele; sem Ele, nada do que existe teria sido feito.”*

***João 1:3***

## RESUMO

O Mangalarga Marchador (MM) constitui um grupo genético formado por equinos de sela com andamento tipo marcha. Objetivou-se sumarizar as características morfométricas que apresentaram maior variabilidade em uma subpopulação de equinos adultos MM; bem como analisar o perfil morfofuncional de progênies de diferentes ancestrais desta raça equina, visando o aprimoramento da sistemática de registro genealógico e dos critérios de seleção aplicados na prática. O Capítulo I apresenta uma revisão bibliográfica sobre a história, importância, padrão racial, sistemática do registro genealógico e estudos sobre avaliação morfométrica do cavalo MM. O Capítulo II apresenta um primeiro artigo científico no qual foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) para sumarização da variabilidade fenotípica (medidas lineares e angulares, "triângulo" e "Z" da marcha, peso e índices zootécnicos para avaliação da aptidão funcional) de 273 equinos adultos da raça MM, registrados nos livros MM-5 e MM-6 (com a genealogia conhecida) na Associação Brasileira dos Criadores de Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM). Posteriormente foi realizada uma análise comparativa dos escores calculados na PCA destas características morfofuncionais, relacionadas com aproximadamente 70% da variabilidade total dos fenótipos estudados, com as pontuações de marcha e morfologia obtidas no ato do registro definitivo desses animais. A baixa associação dos escores calculados para as variáveis morfométricas com as notas subjetivas para pontuação da morfologia e marcha de equinos registrados no serviço oficial de controle genealógico da raça MM, aliado ao fato de apenas sete das 12 medidas lineares obrigatórias neste processo terem sido relacionadas com a variabilidade dos animais estudados, sugerem uma revisão da atual sistemática de controle genealógico, visando aprimorar a conservação e melhoramento de características fenotípicas de interesse neste grupo genético de equinos brasileiros. O Capítulo III apresenta um segundo artigo científico no qual objetivou-se, a partir dos resultados do PCA descritos anteriormente, avaliar divergências fenotípicas no perfil morfofuncional de 210 equinos adultos descendentes de 18 ancestrais da raça MM. Houve algumas divergências fenotípicas entre as progênies dos diferentes ancestrais amostrados, o que sugere haver linhagens ou famílias dentro dessa raça equina. E as progênies que apresentaram valores de largura do peito ( $\geq 27,63$  cm), comprimento da garupa ( $\geq 44,25$  cm) e perímetro de joelho ( $\geq 27,50$  cm) foram associadas com seus respectivos ancestrais que estavam incluídos nos livros de elite do MM. Portanto, uma revisão de quais medidas corporais devem fazer parte da sistemática do registro definitivo do cavalo MM pode contribuir na identificação de animais superiores, segundo os critérios previstos no padrão racial aprovado no MAPA e controlado pela ABCCMM.

**Palavras-Chave:** conformação; componentes principais; morfometria; progênie.

## GENERAL ABSTRACT

The Mangalarga Marchador (MM) constitutes a genetic group formed by saddle horses with a gait type called "marcha." The objective was to summarize the morphometric characteristics that showed greater variability in a subpopulation of adult MM horses, as well as to analyze the morphofunctional profile of offspring from different ancestors of this horse breed, aiming to improve the genealogical registration system and selection criteria applied in practice. Chapter I presents a literature review on the history, importance, breed standard, genealogical registration system, and studies on morphometric evaluation of the MM horse. Chapter II presents a scientific article in which a principal component analysis (PCA) was conducted to summarize the phenotypic variability (linear and angular measurements, "triangle" and "Z" of the gait, weight, and zootechnical indices for functional aptitude evaluation) of 273 adult MM horses registered in the MM-5 and MM-6 studbooks (with known genealogy) at the Brazilian Association of Mangalarga Marchador Horse Breeders (ABCCMM). Subsequently, a comparative analysis of the PCA scores for these morphofunctional characteristics, related to approximately 70% of the total variability of the studied phenotypes, was carried out with the gait and morphology scores obtained at the time of definitive registration of these animals. The low association of the calculated scores for the morphometric variables with the subjective scores for gait and morphology scoring of horses registered in the official genealogical control service of the MM breed, combined with the fact that only seven of the 12 mandatory linear measurements in this process were related to the variability of the studied animals, suggests a review of the current genealogical control system, aiming to improve the conservation and enhancement of phenotypic characteristics of interest in this genetic group of Brazilian horses. Chapter III presents a second scientific article in which, based on the PCA results described previously, the aim was to evaluate phenotypic divergences in the morphofunctional profile of 210 adult horses descended from 18 ancestors of the MM breed. There were some phenotypic divergences among the progenies of the different sampled ancestors, suggesting the existence of families within this horse breed. Progenies that presented values of chest width ( $\geq 27.63$  cm), rump length ( $\geq 44.25$  cm), and knee circumference ( $\geq 27.50$  cm) were associated with their respective ancestors included in the MM elite studbooks. Therefore, a review of which body measurements should be part of the systematic definitive registration of the MM horse can contribute to the identification of superior animals, according to the criteria provided in the current breed approved by MAPA and controlled by ABCCMM.

**Keywords:** conformation; principal components; morphometry; progeny.

## RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

### Caracterização racial de equinos Mangalarga Marchador: como aprimorar o registro genealógico e critérios de seleção?

Elaborado por Alan Freire e orientado por Raquel Silva de Moura.

Uma raça, dentro da ezoognósia, é definida como um conjunto de indivíduos de uma espécie animal com características semelhantes e que são capazes de transmitir tais características aos seus descendentes; sendo possível observar diferenças em relação a outros grupos genéticos da mesma espécie. E a busca por características morfofuncionais que influenciam nos andamentos de equinos, especialmente a “marcha”, é um critério de seleção praticado pelos criadores e profissionais atuantes na raça equina Mangalarga Marchador.



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Distribuição de equinos da raça Mangalarga Marchador vivos e registrados por estados no Brasil. ....	23
Figura 2. Tipos de apoio possíveis durante a marcha dos equinos MM. ....	29
Figura 3. Tipos de apoio possíveis nos andamentos dos equinos. ....	30
Figura 4. Critérios de avaliação da morfologia de equinos MM. ....	31
Figura 5. <i>Forest Plot</i> dos resultados da metanálise, para as mensurações morfométricas lineares (A) e angulares (B) empregadas para avaliação de equinos Mangalarga Marchador. ....	39
Figura 6. Análise das principais contribuições dos resultados de diferentes autores para a variabilidade de quantidades de mensurações lineares na figura (A), e angulares na figura (B) para avaliação fenotípica de equinos da raça Mangalarga Marchador. ....	40

### CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO

Figura 1. Localização dos pontos anatômicos usados para morfometria linear e angular de equinos Mangalarga Marchador .....	61
Figura 2. Metodologia para quantificação (em centímetros) do “triângulo da marcha” (A) e “Z da marcha” (B) citados empiricamente por criadores de equinos Mangalarga Marchador .....	66
Figura 3. Representação gráfica das matrizes de correlação significativas entre as medidas lineares (A), medidas angulares (B) e índices zootécnicos para análise funcional (C) observadas em uma subpopulação de equinos Mangalarga Marchador .....	71
Figura 4. Percentual (barras) e cargas (bolinhas) das variáveis de cada componente principal retida e que explicaram aproximadamente 70% da variância acumulada para mensurações lineares (A), as angulares (B) e peso e índices zootécnicos (C) observados em equinos adultos Mangalarga Marchador.....	73
Figura 5. Autovetores das características morfométricas para as medidas lineares (A), para as angulares (B) e para os índices zootécnicos (C) com as maiores contribuições para cada dimensão dos componentes principais observados em equinos adultos Mangalarga Marchador.....	76

Figura 6. Escores das características morfométricas da PC1 para as medidas lineares (A), para as angulares (B) e para os índices zootécnicos (C) associadas as pontuações da morfologia e da marcha observados em equinos adultos Mangalarga Marchador.....77

### **CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO**

Figura 1. Grupos de ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador formados a partir das diferenças estatísticas significativas para as características morfofuncionais Ace (A), AG (B) e AnMcF (C) avaliadas entre as progênes.....102

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Medidas de Comprimento (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos. ....	42
Tabela 2. Medidas de Altura (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos. ....	45
Tabela 3. Medidas de Largura (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos. ....	46
Tabela 4. Medidas de Circunferência (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos. ....	47
Tabela 5. Medidas dos ângulos (graus) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos. ....	48

### CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO

Tabela 1. Metodologia para morfometria linear em equinos Mangalarga Marchador, realizada a partir dos pontos anatômicos definidos na figura 1.....	62
Tabela 2. Metodologia para quantificação (em centímetros) do “triângulo da marcha” (A) e “Z da marcha” (B) citados empiricamente por criadores de equinos Mangalarga Marchador.....	63
Tabela 3. Critérios para a avaliação da morfologia e do andamento do cavalo Mangalarga Marchador (MM) conforme o padrão racial (ABCCMM, 2023).....	68

### CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO

Tabela 1. Número de animais descendentes compondo a progênie de 18 diferentes ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador.....	97
Tabela 2. Características fenotípicas sumarizadas em equinos da raça Mangalarga Marchador segundo PCA.....	98
Tabela 3. Requisitos para inclusão de equinos Mangalarga Marchador nos livros de elite MM-7 e MM-8.....	99
Tabela 4. Comparação das características morfofuncionais entre as progênies de 12 ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador.....	103
Tabela 5. Associação entre as características morfofuncionais da progênie LP, CG e PJ com os seus respectivos ancestrais inscritos no livro de elite MM-8 da raça Mangalarga Marchador.....	105

## LISTA DE SIGLAS

ABCCMM Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador

Acc Altura no costado

Ace Altura de cernelha

AD Altura do dorso

AG Altura da garupa

AnCA Ângulo Casco anterior

ANCP Ângulo Casco posterior

AnES Ângulo Escápulo-solo

AnEU Ângulo Escápulo-umeral

ANFT Ângulo Fêmur-tibial

AnFTP Ângulo Fêmur-tibio-patelar

AnMcF Ângulo Metacarpo-falangeano

AnMtF Ângulo Metatarso-falangeano

AnPF Ângulo Pelve-femoral

AnPS Ângulo Pelve-solo

AnTTM Ângulo Tibia-tarso-matatarsiano

AnUR Ângulo Úmero-radial

ATCA Altura do talão do casco anterior

ATCP Altura do talão do casco posterior

CA Comprimento do antebraço

CAF Comprimento anca-fêmur

CAS Comprimento anca-soldra

CB Comprimento do braço

CCA Comprimento da canela anterior

CCb Comprimento da cabeça

CCJ Comprimento coxa-jarrete

CCo Comprimento do corpo

CCP Comprimento de canela posterior

CCx Comprimento da coxa

CDL Comprimento do dorso-lombo

CE Comprimento da espádua

CFS Comprimento fêmur-soldra

CG Comprimento da garupa  
Cm Centimetro  
CP Comprimento do pescoço  
CPCA Comprimento da pinça do casco anterior  
CPCP Comprimento da pinça do casco posterior  
Cper Comprimento da perna  
CQA Comprimento da quartela anterior  
CQP Comprimento de quartela posterior  
IC Índice corporal  
ICC Índice de carga na canela  
ICF Índice de conformação  
ICG1 Índice de carga 1  
ICG2 Índice de carga 2  
ICO1 Índice de compacidade 1  
ICO2 Índice de compacidade 2  
ICR Índice corporal relativo  
IDT Índice dáctilo-torácico  
IT Índice torácico  
Kg kilograma  
LC Largura da cabeça  
LG Largura da garupa  
LP Largura do peito  
MAPA Ministério da Agricultura e Pecuária  
MB Marcha Batida  
MM Mangalarga Marchador  
MP Marcha Picada  
P Peso  
PA Perímetro do antebraço  
Pca Perímetro de canela anterior  
PCA Análise de Componentes Principais  
PCP Perímetro de canela posterior  
PJ Perímetro do joelho  
PMARCHA Pontuação da Marcha  
PMORF Pontuação da Morfologia

PT Perímetro torácico

Ptotal Pontuação total

RCG Índice de relação cernelha e garupa

TRIAN Triângulo da marcha

Z Z da marcha

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>22</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Origem e importância da raça mangalarga marchador .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Padrão racial da raça Mangalarga Marchador .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1 Expressão e caracterização .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2 Aparência geral.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3 Cabeça.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.4 Pescoço .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.5 Tronco.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.6 Membros anteriores.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.7 Membros posteriores .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.8 Marcha.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.9 Morfologia .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Sistemática do registro genealógico e inclusão nos livros de registros .....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.1 Sistemática do registro genealógico controlado e definitivo e a importância do técnico na seleção de animais MM .....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.2 Sistemática para inclusão de animais nos livros MM1 ao MM8 .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4 Estudos morfométricos na raça Mangalarga Marchador .....</b>	<b>37</b>
<b>2.5 Análise de componentes principais aplicado no estudo de morfometria .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO.....</b>	<b>59</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>64</b>
<b>2.1 Dados gerais dos animais estudados .....</b>	<b>64</b>
<b>2.2 Coleta de dados morfométricos nos animais estudados .....</b>	<b>64</b>
<b>2.3 Estimativa do peso vivo e cálculo de índices zootécnicos usados para análise funcional dos animais estudados .....</b>	<b>71</b>
<b>2.4 Pontuações de morfologia e marcha dos animais estudados .....</b>	<b>73</b>
<b>2.5 Análise Estatística .....</b>	<b>73</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
<b>3.1 Rastreamento das variáveis para PCA (matrizes de correlação).....</b>	<b>74</b>
<b>3.2 Sumarização dos dados fenotípicos estudados através da modelagem estatística por PCA.....</b>	<b>76</b>

<b>3.3 Autovetores dos parâmetros estudados através da modelagem estatística por PCA .....</b>	<b>77</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>
<b>CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO.....</b>	<b>93</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>95</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>97</b>
<b>2.2 Escolha das variáveis morfométricas obtidas na progênie de ancestrais genéticos .....</b>	<b>99</b>
<b>2.3 Informações sobre a inclusão dos respectivos ancestrais no livro de elite da raça .....</b>	<b>100</b>
<b>2.4 Análise Estatística .....</b>	<b>101</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>102</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>105</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>109</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>125</b>
<b>Primeiro Padrão da raça Mangalarga Marchador .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>127</b>
<b>Padrão Racial do Mangalarga Marchador (ABCCMM, 2000).....</b>	<b>127</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os equinos foram um dos primeiros animais a serem domesticado pelo homem há cerca de 4.200 a 6.000 anos na região norte do Cáucaso, hoje está localizado o sudoeste da Rússia (Orlando, 2020), possuindo estreita relação com evolução e desenvolvimento da sociedade. Desde os primórdios, observava-se que esses animais possuíam várias finalidades, sendo que, para cada uma delas, eram necessários indivíduos de tipos variados, ou seja, com diferentes e específicas características relacionadas à conformação, à aptidão, ao temperamento, ao treinamento, relacionando-se sempre o melhor desempenho dentro de cada nincho (Back & Clayton, 2013).

O valor econômico do animal está associado à sua morfologia porque a locomoção é resultante da conformação do animal, visto que a forma do corpo define os limites e a capacidade dos animais para realizarem movimentos com eficiência (Gianluppi *et al.* 2009). Neste sentido, a avaliação morfométrica tem sido utilizada para seleção, melhoramento genético, diferenciação racial e identificação das aptidões específicas de cada raça equina, além de contribuir na verificação de qualidades e defeitos de cada região zootécnica do animal (Sellami *et al.* 2020; Fonseca *et al.* 2016; Rezende *et al.* 2014; Pimentel *et al.* 2011; Gianluppi *et al.* 2009; Lage, 2001; Beck, 1992).

Raça, dentro da ezoognósia, é definida como um conjunto de indivíduos de uma espécie com características semelhantes, capazes de transmiti-las hereditariamente aos seus descendentes, distinguindo-os de outros grupos genéticos da mesma espécie (Camargo & Chieffi, 1971).

Os objetivos iniciais da seleção de equinos da raça Mangalarga Marchador (MM) foram baseados nas preferências e interpretações pessoais dos criadores, na tentativa de criar linhagens de animais exibindo características próprias que remetesse a cada fazenda de criação, resultando assim, em animais com fenótipos semelhantes dentro de famílias, porém diferentes quando analisados de forma geral e conjunta nesta raça (Costa *et al.* 2004; Souza *et al.* 2021; Baena *et al.* 2021).

Diversos trabalhos realizaram a caracterização morfométrica do MM em função de sexo, idade, tipo de marcha, premiação em competições e local de origem (Zamborlini *et al.* 1996; Lage, 2001; Cabral *et al.* 2004A; Cabral *et al.* 2004b; Barcelos, 2016; Lage *et al.* 2009; Santiago *et al.* 2013a; Santiago *et al.* 2013b; Santiago *et al.* 2014; Santiago *et al.* 2016; Gonçalves *et al.* 2018).

Baena *et al.* (2020) analisaram, em seu trabalho, a estrutura populacional da raça MM utilizando um banco de dados composto pelo *pedigree* controlado no Serviço de Registro Genealógico da Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM) durante o período de 1906 a 2016. Os autores verificaram que MM é geneticamente pouco definido, o que pode ser explicado por ser uma raça nova, com apenas 211 anos de início de seleção, e ser resultado de vários acasalamentos endogâmicos, sendo necessário o monitoramento contínuo da diversidade genética e fenotípica, de modo a garantir uma estruturação mais definida desta raça.

Para a garantia da padronização da raça MM, a definição de um padrão racial e todo sistema de registro genealógico da ABCCMM é uma prática essencial para a preservação e aprimoramento dessa raça. No entanto, como qualquer sistema, ele tem suas limitações. Basicamente, o processo de obtenção do registro genealógico envolve uma avaliação rigorosa dos animais por técnicos de registros da ABCCMM para conferência e qualificação de aspectos relacionados com a conformação, a marcha, o temperamento, entre outros critérios citados no padrão racial do MM.

No entanto, apesar de todo o treinamento e experiência, sempre há um elemento de subjetividade nessas avaliações realizadas na prática. Isso ocorre porque muitos dos critérios de avaliação podem ser interpretados de maneira diferente por diferentes técnicos.

Todavia, tem sido observado uma certa complexidade ao selecionar características morfológicas e de locomoção que, em conjunto, resultam no padrão ideal de conformação e andamento, que se preconiza no padrão racial. Isso representa um grande desafio na busca pelo equilíbrio entre esses elementos, e tem sido atribuído ao empirismo, e na falta de objetivos de seleção no criatório, e à influência do mercado na seleção de animais. Isso pode ter implicações significativas para o criador, pois pode afetar a reputação do animal e seu valor de mercado.

Diante dessas considerações, o objetivo deste estudo foi identificar, avaliar e descrever a caracterização racial de equinos da raça Mangalarga Marchador, visando o aprimoramento da sistemática do registro genealógico e critérios de seleção. Além disso, buscou-se a sumarização das características morfofuncionais de diferentes progênies dos ancestrais que mais contribuíram para a população atual do Mangalarga Marchador, fornecendo dados que contribuam para o monitoramento, crescimento e a implantação futura de um programa de melhoramento genético nesta raça.

## CAPÍTULO I

### 2 REVISÃO DE LITERATURA

#### *2.1 Origem e importância da raça mangalarga marchador*

O Mangalarga Marchador (MM) tem sua origem no sul de Minas Gerais há cerca de 210 anos, na cidade de Cruzília, sendo resultado de cruzamentos de éguas nativas com garanhão da raça Lusitano vindo da Coudelaria Alter do Chão em Portugal, os quais possuíam como formação base equinos da raça Andaluz oriundos da linhagem Estripe Cartujana que se originou na Espanha. (Ribeiro *et al.* 2023; Costa *et al.* 2004).

As éguas nativas utilizadas nos cruzamentos foram originadas dos primeiros animais introduzidos pelos colonizadores no Brasil, sendo a maioria de sangue Berbere e Andaluz. Minas Gerais já se destacava como centro criador de equinos desde o século XVIII e a chegada dos cavalos "Alter" veio aprimorar ainda mais seus criatórios (Casiuch, 1997; Costa *et al.* 2022). Os primeiros animais da Coudelaria Alter chegaram ao Brasil em 1808 com D. João VI, que se mudou para a Colônia com a família real. Os cavalos Lusitanos são muito conceituados em Portugal e a família real havia investido em coudelarias para melhoramento da raça (Royo *et al.* 2005).

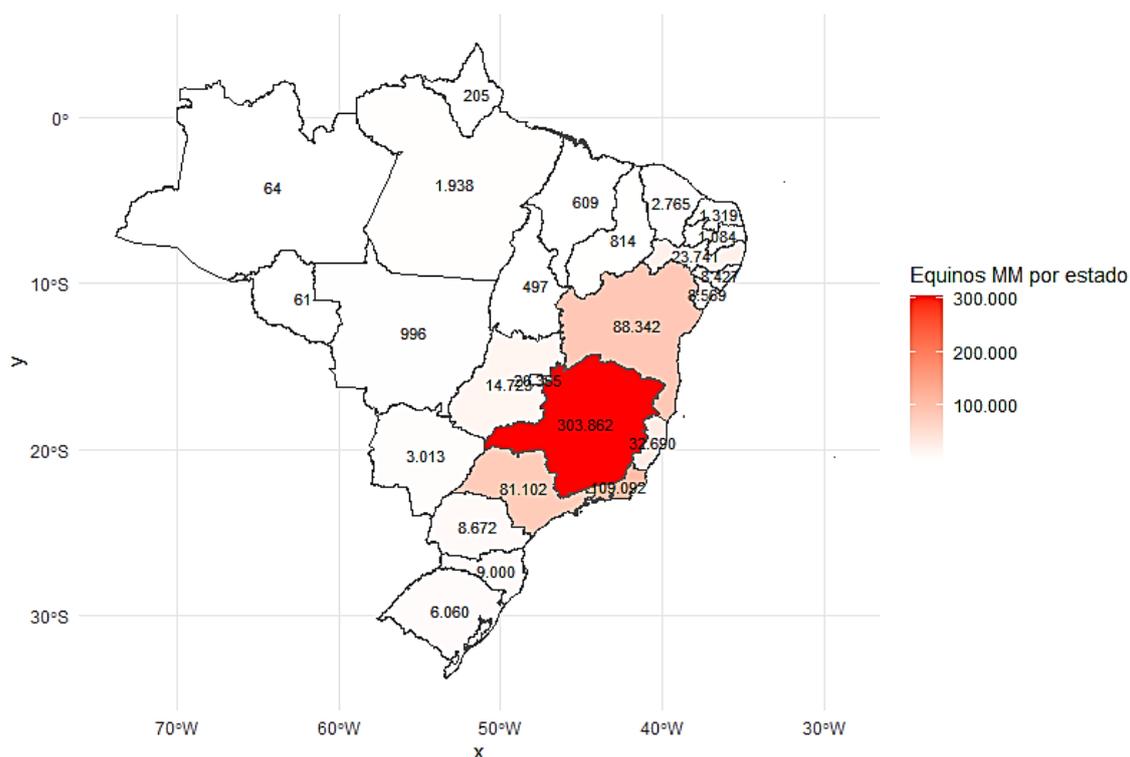
O MM originou-se na fazenda Campo Alegre, no sul de Minas. A propriedade foi herdada por Gabriel Francisco Junqueira, o Barão de Alfenas, considerado o fundador desta raça. Outro criador importante para a história foi José Frausino Junqueira, sobrinho de Gabriel Junqueira, um caçador de veados experiente que aprendeu a valorizar os cavalos de marcha por serem prestativos e ágeis para transportes de longas distâncias (Bortoni, 1991; Casiuch, 1997). Neste período os animais eram utilizados nas lidas do campo e como meio de transporte das famílias, desempenhando importante função econômica e social na vida rural dos sul-mineiros (Costa *et al.* 2004).

A partir desse surgimento e após difundir-se a raça pela região formaram-se núcleos de criações como as fazendas Campo Lindo, Favacho, Traituba, Narciso, Angaí, Campo Alegre, Abaíba, Ara, Bela Cruz, FR, Herdade, Itamotinga, Passa Tempo, Porto, Tabatinga, Engenho da Serra, Juca Carneiro, Criminosos, Leme, Caxambu e Água Limpa, localizadas no Sul de Minas Gerais (Bortoni 1991; Casiuch 1997). Desde esse acontecimento a raça sempre se manteve em ascensão, reunindo criadores e apaixonados pelo Mangalarga Marchador devido às seguintes características de interesse: andamento marchado, docilidade, rusticidade e boa índole. (ABCCMM, 2022).

A Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM) foi fundada em 16 de julho de 1949, em reunião realizada em Caxambu – MG, tendo sua sede em Belo Horizonte - MG. Esta entidade é considerada a maior associação de uma única raça da América Latina, com aproximadamente 22 mil associados (ABCCMM, 2022).

Em 2023 o rebanho efetivo de cavalos Mangalarga Marchador ultrapassou 700.000 animais registrados e que estão espalhados em todo território nacional (Figura 1), além de outros países, tais como: Estados Unidos, Alemanha, Holanda, Bélgica, Portugal, Itália, Canadá, Israel, Peru, Uruguai, Argentina, Congo, França e Dinamarca. Especificamente em Minas Gerais, há 300.000 equinos desta raça marchadora, sendo responsável por movimentar milhões de reais através de vendas diretas e leilões, além de impulsionar o aumento no setor empregatício do agronegócio-cavalo (ABCCMM, 2023; Ministério da Agricultura e pecuária– MAPA, 2016).

**Figura 1.** Distribuição de equinos vivos e registrados na ABCCMM por estados no Brasil.



Legenda: Alagoas: 8.427, Amazonas: 64, Amapá: 205, Bahia: 88.342, Ceará: 2.765, Distrito Federal: 20.355, Espírito Santo: 32.690, Goiás: 14.723, Maranhão: 609, Minas Gerais: 303.862, Mato Grosso do Sul: 3.013, Mato Grosso: 996, Pará: 1.938, Paraíba: 1.084, Pernambuco: 23.741, Piauí: 814, Paraná: 8.672, Rio de Janeiro: 109.092, Rio Grande do

Norte: 1.319, Rondônia: 61, Rio Grande do Sul: 6.060, Santa Catarina: 9.000, Sergipe: 8.569, São Paulo: 81.102, Tocantins: 497.

**Fonte:** Informações cedidas pelo serviço de registro genealógico da ABCCMM em dezembro de 2023.

Dada toda essa importância do MM no Brasil, foi conferido o título de raça patrimônio nacional em reconhecimento econômico e social destes animais ao país, através do sancionamento da Lei nº 12.975, em 2014.

## ***2.2 Padrão racial da raça Mangalarga Marchador***

O padrão racial compila as qualidades morfozootécnicas que visam equilibrar, compensar e harmonizar as partes do corpo, bem como atingir, dentro da prática zootécnica de seleção, a qualidade funcional desejada nos animais (Nascimento, 1999).

As características morfofuncionais do cavalo MM estão descritas no padrão racial que está vigente e que foi aprovado pelo CDT - Conselho Deliberativo Técnico da ABCCMM em 11/02/2003 e posteriormente pelo MAPA em 08/12/2003 (ABCCMM, 2022).

### ***2.2.1 Expressão e caracterização***

O que exprime e caracteriza a raça é sua aparência e conformação geral, especialmente da cabeça, sendo o conjunto de atributos que identificam os animais como Mangalarga Marchador (Santiago *et al.* 2013a; Santiago *et al.* 2014b).

### ***2.2.2 Aparência geral***

Os animais MM devem apresentar 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, bom temperamento e dócil. Para o registro definitivo as fêmeas, de acordo com o padrão da raça, devem apresentar de 1,40 a 1,54 metros de altura de cernelha, e os machos de 1,47 a 1,57 metros de altura de cernelha, sendo altura considerada ideal para ambos sexos de 1,46 e 1,52 metros, respectivamente. Já para os cavalos castrados, esses devem apresentar altura mínima de cernelha de 1,40 a 1,57 metros, não possuindo altura ideal, tendo em vista que não irão produzir descendentes. Segundo Cabral *et al.* (2004), essas medidas são desejáveis para cavalos de sela pois

desde o manejo com gado, a cavalgadas, lazer e esporte, proporcionam ao animal grande versatilidade e agilidade.

### **2.2.3 Cabeça**

A cabeça deve ter o formato triangular, bem delineada, média e harmoniosa, fronte larga e plana. Ela deve possuir o perfil retilíneo na frente e de retilíneo a sub-côncavo no chanfro, pois é nesta região que está localizado o cérebro, dada importância a este órgão responsável pela capacidade de assimilação aos comandos empregados aos animais durante o trabalho de equitação, doma e demais comandos (Nascimento, 1999). Os olhos devem ser afastados e expressivos, grandes, salientes, escuros e vivos, pálpebras finas e flexíveis. Os cavalos na natureza são presas, dada a importância pela região ocular que aumenta o campo de visão em animais que apresentam tais características, os preparando para possíveis eventos inesperados ao seu redor, facilitando a fuga. Assim, animais com olhos morteiros e pequenos sem vivacidade devem ser poupados porque apresentam maior campo cego de visão, com percepções mais limitadas ao ambiente (Nascimento, 1999).

Juntamente com a importância dos olhos, tem-se as orelhas. Elas devem apresentar tamanho médio, serem móveis, paralelas, bem implantadas, dirigidas para cima, de preferência com as pontas ligeiramente voltadas para dentro. Orelhas caídas ou acabanadas, como observado nos suínos, estão associadas a animais linfáticos, lentos e por isso devem ser evitadas. Localizada mais ventralmente a cabeça está situada a garganta, que deve ser larga e bem definida, auxiliando na deglutição do alimento. A função de apreensão do alimento é da boca, que em animais MM deve apresentar abertura média, lábios finos, móveis e firmes. Já as narinas devem ser grandes, bem abertas e flexíveis, apresentando o formato de vírgula quando o animal está relaxando e ovoide quando está em movimento para melhor passagem de ar, uma vez que os cavalos não respiram pela boca. Situadas ainda na cabeça encontram-se as ganachas que devem ser afastadas e descarnadas (Solano & Brawer, 2004).

#### **2.2.4 Pescoço**

As características da cabeça e pescoço têm implicação direta na sustentação do conjunto de frente dos animais, relacionando com o andar mais elegante e harmonioso (Dyson, 2011; Thomas, 2005). A cabeça e o pescoço exercem papel importante na capacidade atlética do cavalo, pois, formam o balancim céfalo-cervical que influencia na qualidade da marcha, suavizando o peso nos membros anteriores e auxiliando indiretamente no amortecimento do peso do cavalo (Borton, 1979).

O pescoço deve ter forma piramidal, ser 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 (ABCCMM, 2022).

A base anatômica do pescoço são as vértebras cervicais que ao total são sete. A forma e comprimento do pescoço é resultado do arranjo ou proximidade dos ossos, bem como a espessura dos discos intervertebrais; logo essa conformação espacial demonstra concavidade dorso lombar e ventrolateral na transição com o tórax (Nascimento, 1999).

#### **2.2.5 Tronco**

No tronco na região mais cranial está localizada a cernelha. A forma da cernelha deve ser bem definida, longa, proporcionando boa direção à borda dorsal do pescoço. A cernelha quando curta ou empastada, dificulta a formação do semicírculo formado pelo membro torácico na dinâmica da locomoção dos animais marchadores, sendo esse um fator de amortecimento e absorção de atrito, garantindo a maciez na equitação ao cavaleiro (Camargo & Chieffi, 1971). Altura e definição da cernelha é decorrência das vértebras torácicas (T1 a T8), juntamente com a lâmina dorsal da escápula formando a base anatômica dessa região (Liebich E H. & E. König, 2006).

Ainda na região torácica está localizado medialmente o peito, que deve ser profundo, largo, musculoso e não saliente. Costelas longas, arqueadas, possibilitando boa amplitude torácica, mas não exageradamente como observado nos animais de tração. O peito adequado favorece o alojamento de órgão nobres como coração e pulmão, por exemplo, e ainda auxilia na boa capacidade de expansão pulmonar, favorecendo a

respiração aumentada durante a locomoção (Liebich E H. & E. König, 2006; Nascimento, 1999).

Dorsalmente no corpo dos cavalos está o dorso, que deve ter comprimento médio, ser reto, musculado, proporcional, harmoniosamente ligado a cernelha e ao lombo, com bom acabamento da linha dorso-lombo. Caudalmente localiza-se o lombo, que de ser: reto, proporcional, harmoniosamente ligado ao dorso e à garupa, coberto por forte massa muscular, pois é uma região ausente de sustentação das costelas. E é do lombo que advém a transmissão mecânica das forças de propulsão caudo-cranial. E lateralmente a garupa dos animais estão as ancas, que devem ser simétricas, proporcionais e bem musculadas (ABCCMM, 2022; Dyce, 2009).

Já a garupa deve ser longa, proporcional, musculosa, porém não exageradamente para que o volume muscular não interfira na qualidade da marcha (Nascimento, 1999), levemente inclinada, com a tuberosidade sacral pouco saliente e de altura não superior à da cernelha, a boa forma dessa região depende da arquitetura e posição espacial dos seus ossos que compõem a região do quadril (íleo, púbis e ísquio). A cauda de inserção média, bem implantada, sabugo curto, firme, dirigido para baixo, de preferência com a ponta ligeiramente voltada para cima, imitando o formato da letra “J”, pois são característica de animais mais vividos, arguciosos, quando o animal se movimenta; e com cerdas finas, ralas e sedosas (ABCCMM, 2022).

### **2.2.6 Membros anteriores**

Nesta região localiza-se as espáduas, essas devem ser longas, largas, oblíquas, musculadas, bem implantadas, apresentando amplitude de movimentos. Lage (2001) observou associação positiva entre o comprimento da espádua e o rendimento das passadas, esse sendo um dos critérios de avaliação no julgamento de marcha de equinos Mangalarga Marchador, evidenciando a importância dessa região para a qualidade do andamento.

Os braços devem ser longos, musculosos, bem articulados e oblíquos. Já os antebraços devem ser longos, musculosos, bem articulados, retos e verticais. Articulação do carpo deve ser larga, bem articulada e na mesma vertical do antebraço. As canelas retas, curtas, descarnadas, verticais, com tendões fortes e bem delineados. O perímetro da

canela está relacionado com a qualidade óssea do esqueleto e, juntamente com o perímetro torácico, a capacidade de carga do animal (Berbari, 2005). Os boletos definidos e bem articulados. As quartelas de comprimento médio, fortes, oblíquas e bem articuladas, facilitando a inserção e acomodação dos tendões formando suporte de sustentação passiva junto com os ligamentos transversos (Liebich E H. & E. König, 2006). Os cascos médios, sólidos, escuros e arredondados. Culminando em aprumos corretos do membro anterior (Albernaz, 2011).

### ***2.2.7 Membros posteriores***

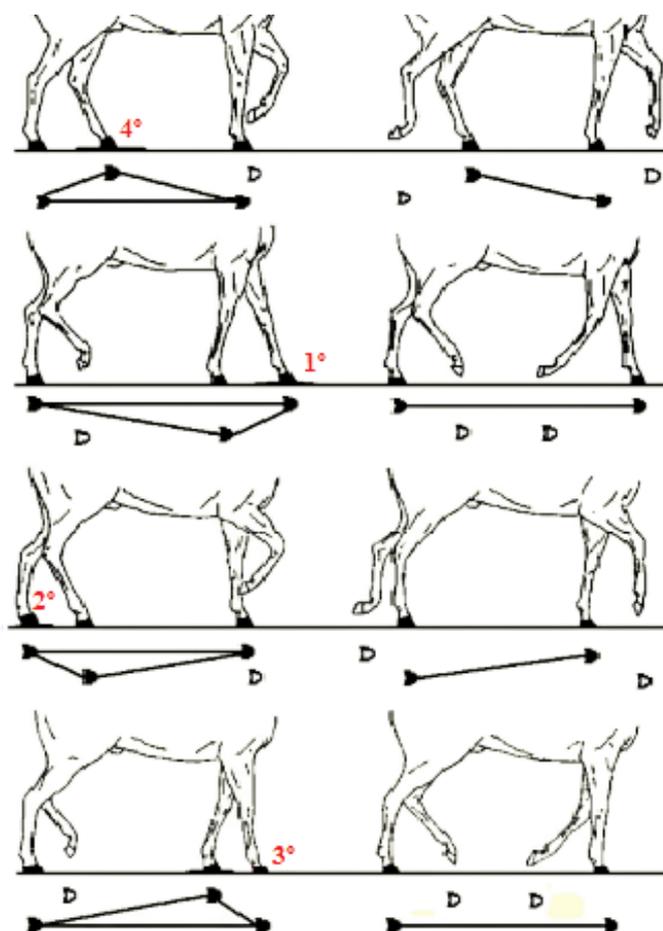
Os membros posteriores, quando observados de perfil, exibem quatro angulações em que as junções das bases anatômicas apresentam o formato da letra “Z”, facilitando assim nas forças de suspensão e propulsão dos membros, resultados na melhor amplitude das passadas quando observados na dinâmica da locomoção em animais com melhores angulações. As coxas devem ser musculosas e bem inseridas, porém de volume muscular moderado, pois se exagerado, pode interferir na força de suspensão e propulsão tendo em vista que é no membro posterior o motor do cavalo, ou seja, o local de geração da força que o desloca para frente (Gnagey, 2006). Sendo assim, o fêmur é a base anatômica da região da coxa, juntamente com a cavidade acetabular (quadril), formam a articulação coxofemoral que exhibe angulação de 110° a 115°, ocorrendo variações de dependência da obliquidade do osso fêmur. Distalmente a essa região estão as pernas, que devem ser fortes, longas, bem articuladas e aprumadas. Observada de perfil, a perna que tem como base anatômica o osso da tíbia e forma com o plano horizontal um ângulo que varia entre 70° e 55°. Os jarretes devem ser descarnados, firmes, bem articulados e aprumados, A abertura do jarrete é dada pelo ângulo que é formado entre a perna (tíbia) e metatarso, variando, conseqüentemente, com a direção dessas regiões. O ângulo do jarrete oscila entre 140° e 160°. As canelas devem ser retas, curtas, descarnadas, verticais, com tendões fortes e bem delineados. Os boletos definidos e bem articulados. As quartelas de comprimento médio, fortes, oblíquas e bem articuladas. Já os cascos devem ser médios, de preferência escuros e arredondados (Nascimento, 1999).

### 2.2.8 Marcha

A principal característica dos cavalos MM é a marcha, sendo observada duas variações: a marcha batida ou picada. A diferença entre elas é o predomínio da direção do deslocamento dos membros em associação ao tempo de apoio ao solo. Como já mencionado, a capacidade e eficácia da movimentação dos equinos MM é resultante da conformação corpórea que esta estritamente interligada com a qualidade da marcha.

Segundo o padrão racial, esse tipo de andamento é definido como: “A marcha é o andamento natural, simétrico, a quatro tempos, com apoios alternados dos bípedes laterais e diagonais, intercalados por momentos de tríplice apoio” (ABCCMM, 2000). As possibilidades de cada tipo de apoio durante a marcha estão ilustradas na Figura 2.

**Figura 2.** Tipos de apoio possíveis durante a marcha dos equinos MM.

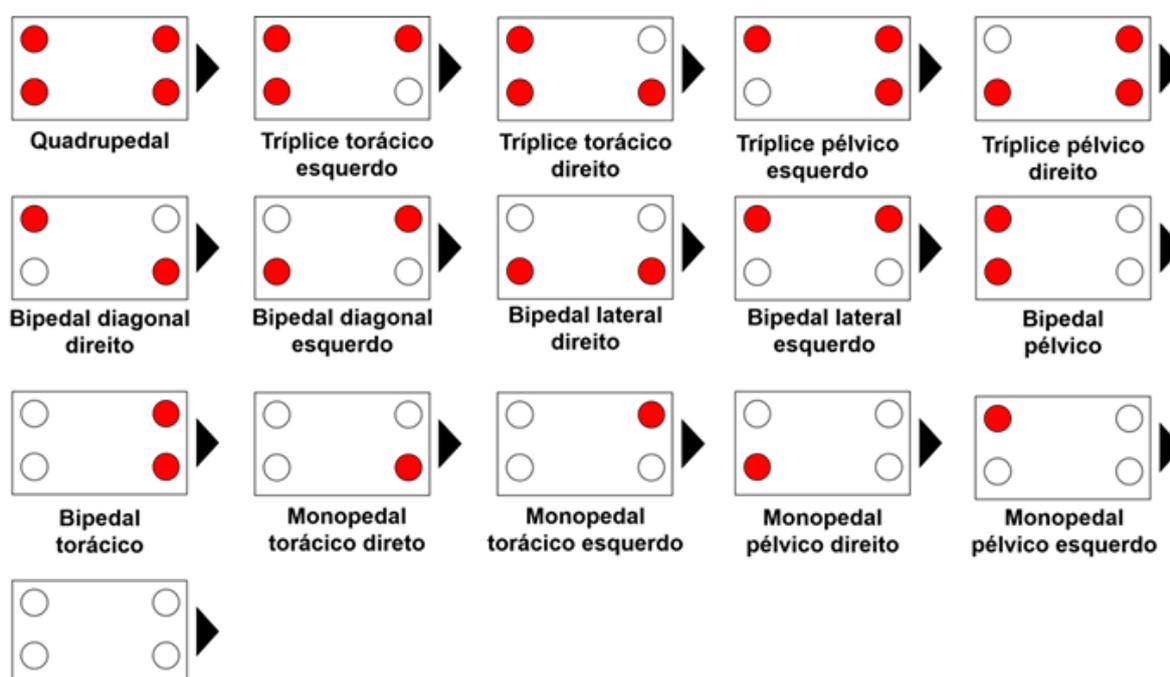


Fonte: Dittrich (2018).

Para a boa dinâmica da marcha deve-se preconizar características ideais durante a locomoção. As passadas devem ser regulares, elásticas, com ocorrência de sobrepegada

ou ultrapegada, equilibradas, com avanço sempre em diagonal e tempos de apoio dos bípedes diagonais maiores que laterais, movimento discreto de anteriores, descrevendo semicírculo visto de perfil, boa flexibilidade de articulações (ABCCMM, 2000). Portanto os animais nunca devem perder contato com o solo durante o andamento marchado, porém os tipos de apoio possíveis nos outros andamentos como passo e galope observados nos equinos estão ilustrados na Figura 3.

**Figura 3.** Tipos de apoio possíveis nos andamentos dos equinos.



Fonte: Fonseca (2018).

### 2.2.9 Morfologia

A avaliação da morfologia do MM ocorre no ato do registro genealógico e em competições oficiais em que ocorrem campeonatos para morfologia e marcha. No registro genealógico são aferidas 12 medidas corporais, a saber: altura na cernelha (distância vertical entre o processo espinhoso da quarta vértebra torácica e o solo), altura na garupa (distância vertical entre a tuberosidade sacral do ílio e o solo), comprimento da cabeça (distância entre o vértice da cabeça e a ponta do focinho), comprimento do pescoço (distância entre a nuca, osso atlas, e o terço médio do osso da escápula), comprimento do dorso (distância entre a base da cernelha e a tuberosidade sacral do ílio), comprimento da

garupa (distância entre as partes cranial da tuberosidade ilíaca e a caudal da tuberosidade isquiática), comprimento da espádua (distância entre a articulação escapuloumeral e a cartilagem escapular), comprimento do corpo (distância entre a articulação escapuloumeral e a tuberosidade isquiática), largura da cabeça (distância entre as faces externas das arcadas orbitárias), largura das ancas (distância entre a tuberosidade coxal dos ossos ilíacos), perímetro do tórax (medida do diâmetro obtido sobre os processos espinhosos da oitava e nona vértebras torácicas), perímetro da canela (medida do diâmetro no terço médio do osso metacarpiano) e avaliado subjetivamente a conformação, conforme critérios descritos na Figura 4.

**Figura 8.** Critérios de avaliação da morfologia de equinos MM.

ESPECIFICAÇÃO	VALORES
<b>I - APARÊNCIA GERAL</b>	<b>04 pontos</b>
<b>II - CABEÇA</b>	<b>05 pontos</b>
<b>III - CARACTERIZAÇÃO/EXPRESSÃO</b>	<b>10 pontos</b>
<b>IV - PESCOÇO</b>	<b>04 pontos</b>
<b>V - TRONCO</b>	<b>23 pontos</b>
CERNELHA	03 pontos
PEITO	02 pontos
TÓRAX	03 pontos
DORSO-LOMBO	07 pontos
ANCAS	02 pontos
GARUPA	05 pontos
CAUDA	01 ponto
<b>VI - MEMBROS ANTERIORES</b>	<b>24 pontos</b>
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
<b>VII - MEMBROS POSTERIORES</b>	<b>20 pontos</b>
COXA/PERNA	04 pontos
JARRETES	03 pontos
CANELAS	02 pontos
BOLETOS	03 pontos
QUARTELAS	02 pontos
CASCOS	02 pontos
APRUMOS	04 pontos
<b>VIII - AÇÃO</b>	<b>10 pontos</b>
PASSO	05 pontos
GALOPE	05 pontos
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>100 pontos</b>
<b>IX - ANDAMENTO</b>	<b>100 pontos</b>
<b>TOTAL</b>	<b>200 pontos</b>

Fonte: ABCCMM, 2022.

### ***2.3 Sistemática do registro genealógico e inclusão nos livros de registros***

Neste tópico, o objetivo é aprofundar as compreensões da sistemática do registro genealógico da raça MM e dos registros bibliográficos relacionados, com ênfase exclusiva nas informações disponíveis no site oficial da Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM). Entidade responsável por regular e documentar informações no que se refere a esta raça.

Em virtude da especificidade deste tema e devido a singularidade das fontes disponíveis, este tópico se baseará integralmente nos dados mantidos pela referida associação. Estas, bem como outras informações estão publicamente disponíveis no endereço <<http://www.abccmm.org.br/estatutos>>. Neste contexto específico, todas as informações aqui descritas foram acessadas no dia 07 de dezembro do ano de 2023. Sendo essas, passíveis de alterações a partir da referida data.

#### ***2.3.1 Sistemática do registro genealógico controlado e definitivo e a importância do técnico na seleção de animais MM***

O técnico de registro é tido como “o guardião racial”, pois é ele quem realiza o primeiro passo. Inicialmente, é feito um comunicado de nascimento. O criador solicita a ABCCMM para que o potro seja resenhado. Esse processo tem prazo certo para acontecer; geralmente a ABCCMM orienta aos criadores a fazer essa resenha preferencialmente até desmama do potro, em torno de 6 meses, permitindo que até os dois anos de idade, esse se torna o primeiro documento de identificação do potrinho para a raça MM. As informações importantes estarão contidas nesse documento, como por exemplo, o nome animal, sexo, pelagem e genealogia.

Neste momento também é feita uma vistoria do animal, para averiguação de critérios desclassificatórios, como defeitos congênitos (albinismo, prognatismo) e criptorquidia. Não havendo nenhum impedimento, se dá a implantação de um chip que contém informações importantes para a identificação e rastreamento do animal por toda a vida.

Vale ressaltar que ainda na avaliação do potro é coletado o pêlo da crina ou da cauda para a realização do exame de DNA, essa amostra é armazenada em um envelope e enviada ao laboratório. Posteriormente a análise de DNA, se o parentesco informado na

resenha de identificação for confirmado, a ABCCMM emitirá o certificado provisório do animal, ou seja, o animal obteve o Registro Provisório.

A partir de 36 meses, acontece uma nova avaliação nos animais candidatos para obtenção do registro definitivo. A princípio é feita a conferência da resenha para confirmação de que se trata do mesmo animal e, também, é feita a leitura do chip para essa confirmação.

Após essas verificações, o próximo passo é a avaliação dos critérios desclassificatórios como já mencionados bem como:

- i. Temperamento: vícios considerados graves e transmissíveis.
- ii. Conformação: cabeça muito acarneirada, orelhas abanas, lábios caídos.
- iii. Pescoço: cangado (de cervo) ou demasiadamente redondo.
- iv. Membros: defeitos graves de aprumos e taras consideradas prejudiciais.

Não havendo impedimentos, ocorrem as mensurações fenotípicas do animal, em que são aferidas as seguintes características lineares:

- 1) Altura na cernelha
- 2) Altura na garupa
- 3) Comprimento da cabeça
- 4) Comprimento do pescoço
- 5) Comprimento do dorso-lombo
- 6) Comprimento da garupa
- 7) Comprimento da escápula
- 8) Comprimento do corpo
- 9) Largura da cabeça
- 10) Largura da garupa
- 11) Perímetro torácico
- 12) Perímetro da canela anterior

Para a inclusão de um animal no registro não são mensurados os ângulos.

Para o registro definitivo as fêmeas, devem apresentar de 1,40 a 1,54 metros de altura de cernelha, e os machos de 1,47 a 1,57 metros; cavalos castrados devem apresentar altura mínima de 1,40 a 1,57 metros.

Após a avaliação da morfologia e da expressão racial, ocorre a avaliação do andamento. Nesta raça há presença de 3 tipos de andamentos, são eles:

- i. **Marcha Batida:** É caracterizada por apoios alternados dos bípedes laterais e diagonais, intercalados com momentos de tríplex apoio. Há também a

ocorrência de sobrepegada ou retropegada, que é quando o casco traseiro pisa no mesmo local ou à frente da marca deixada pelo casco dianteiro.

- ii. **Marcha Picada:** É um andamento mais suave e confortável para o cavaleiro.
- iii. **Marcha de Centro:** É um equilíbrio entre a marcha batida e a marcha picada.

Esses andamentos se assemelham ao passo, porém são acelerados, o que garante ao MM uma marcha suave, cadenciada e rítmica e nunca perdem o contato com o solo.

Em conjunto a essas etapas, o técnico de registro atribui escores para cada quesito avaliado de acordo com o padrão da raça, porém de forma subjetiva.

Nesse relatório individual preenchido pelo técnico responsável, constará a pontuação detalhada das avaliações zootécnicas. Conforme estabelecido no Art. 44 do regulamento do serviço de registro genealógico do cavalo Mangalarga Marchador (SRC), é necessário que o animal alcance uma pontuação mínima durante a avaliação zootécnica para obter o registro definitivo.

Para que um animal seja registrado definitivamente, é imprescindível que ele alcance no mínimo 50% dos pontos atribuídos à expressão/caracterização racial e ao andamento. Para satisfazer os critérios estabelecidos conforme os atributos descritos no Padrão Racial do Cavalo Mangalarga Marchador, machos devem atingir no mínimo 140 pontos e fêmeas no mínimo 120 pontos.

Por fim, com base nessas avaliações dos animais e não havendo impedimentos, o técnico de registro designado chega a uma conclusão sobre a aprovação do animal, logo, será concedido ao animal o Registro Definitivo.

### ***2.3.2 Sistemática para inclusão de animais nos livros MM1 ao MM8***

A ABCCMM conta com oito livros de controle genealógico do MM, exceto durante o ano de 2015, período no qual houve a abertura extraordinária de mais dois livros (MM3A e MM4A) para inserção de animais envolvidos diretamente no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) a ser explicado mais adiante.

Os livros MM1 (machos) e MM2 (fêmeas) contêm todos animais que passaram por inspeção e foram aprovados para registro provisório e, portanto, descendem de indivíduos registrados nos livros definitivos e, com genealogia conhecida em pelo menos uma geração.

Os livros MM3 (machos) e MM4 (fêmeas) correspondem aos animais com idade mínima de 36 meses e não se conhece sua genealogia, mas foram aprovados por apresentar fenótipo próximo ao preconizado no padrão racial do MM. Esses livros foram o marco inicial da ABCCMM em 1949, sendo fechados em 1983 (machos) e 1984 (fêmeas); posteriormente reabertos em 2015.

O registro de número um no livro MM3, pertence ao garanhão chamado Angahy, registrado em outubro de 1950. Para o MM4, a primeira égua registrada era chamada Sereia, ela foi registrada em 28 de outubro de 1950. Contudo houve uma denúncia de fraude nos registros genealógicos da raça em 2005. O Ministério Público Federal e ABCCMM, com o apoio do MAPA, elaboraram em 2006 um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Em 28 de julho de 2015, estes livros voltaram a registrar animais sem genealogia conhecida. Possibilitando a inclusão dos animais que possuem as características do MM, cujo criador não tem como provar, geneticamente através de DNA, a genealogia dos animais.

Os livros MM 5 (machos) e MM 6 (fêmeas) contêm os animais com idade mínima de 36 meses que passaram por aprovação técnica tanto no registro provisório como no registro definitivo previsto no regulamento da ABCCMM. Nestes livros os animais inclusos contam com uma credencial a mais, pois podem ser identificados como, A1, A2, A3 e P, de acordo com o número de ancestrais conhecidos:

- i. O animal que possui somente pai e a mãe conhecidos é A1
- ii. O animal que tem pais e avós conhecidos é A2
- iii. O animal que tem pais, avós e bisavós conhecidos é A3
- iv. O animal que tem a ascendência conhecida desde a fundação da ABCCMM (1949) é P.

A ABCCMM explica que essas denominações foram criadas para facilitar o criador na realização de seleção, pois conhecendo toda a genealogia dos progenitores, pode aumentar a assertividade do acasalamento.

Os livros MM7 (criado em 1982) e MM8 (criado em 1992) são usados para distinção daqueles indivíduos, machos ou fêmeas, considerados superiores dentro dos diversos eventos oficiais da ABCCMM para julgamento dos atributos zootécnicos valorizados no padrão racial. Logo, estes são denominados livros de elite da raça MM. Neles estão registrados os animais que possuem a progênie provada através de competições, concursos de marcha e/ou cavalgadas planilhadas, por exemplo. Para que os animais sejam incluídos nestes livros são considerados os seguintes requisitos:

Para machos no MM-7:

- i. Que 10 (dez) dos seus filhos ou filhas tenham conquistado títulos de Campeões ou Reservados Campeões nas Categorias do Julgamento de Morfologia ou,
- ii. Que sejam Campeões de Concurso de Marcha ou,
- iii. Que tenham conquistado conjuntos vencedores de Concursos “Progênie de Pai”, válidos como títulos, desde que os filhos não sejam os mesmos na formação dos conjuntos de diferentes concursos.
- iv. Os títulos referidos serão considerados quando obtidos nas Competições Nacionais Especializadas e promovidas pela ABCCMM e nas Estaduais e Regionais oficializadas quando o comparecimento mínimo e comprovado de animais de raça julgados, tiver sido de 100 (cem), atestados pela entidade promotora do Evento.

Para machos no MM-8:

- i. Que o reprodutor candidato seja Campeão de Progênie.
- ii. Que dez de seus filhos tenham conquistado o título de Campeão de Morfologia.
- iii. Que pelo menos três desses dez filhos tenham obtido o título de Campeão em Concurso de Marcha.
- iv. Que pelo menos um desses dez filhos tenha obtido o título de Campeão de Provas Funcionais, oficializadas pela ABCCMM ou tenha conquistado classificação entre os cinco primeiros lugares em etapa de Cavalgada Planilhada oficializada pela ABCCMM com participação mínima de 30 animais, ou em outras provas que venham a ser criadas e aprovadas pelo CDT.

Para fêmeas no MM-7:

- i. Que tenham 08 (oito) filhos inscritos no Registro Provisório e que 02 (dois) deles tenham conquistado títulos de:
- ii. Campeões no Julgamento de Morfologia ou,
- iii. Campeões do Concurso de Marcha ou,
- iv. Vencedores de “Concurso de Progênie de Mãe”, válidos como títulos desde que não sejam os mesmos filhos em concursos distintos.
- v. Os títulos referidos serão considerados quando obtidos nas Competições Nacionais, especializadas e promovidas pela ABCCMM e nas Estaduais e

Regionais oficializadas quando o comparecimento mínimo e comprovado de animais da raça julgados, tiver sido de 100 (cem), atestados pela entidade promotora do evento.

Para fêmeas no MM-8:

- i. Que a matriz candidata seja Campeã de Progenie.
- ii. Que a matriz tenha obtido no mínimo oito filhos inscritos no Registro Provisório e que dois tenham obtido o título de Campeão de Morfologia.
- iii. Que pelo menos um desses dois filhos, campeões de Morfologia, tenham também o título de Campeão em Concurso de Marcha.
- iv. Que pelo menos um de seus filhos tenha conquistado classificação entre os dez primeiros lugares em etapa de Cavalgada Planilhada oficializada pela ABCCMM com participação mínima de 30 trinta animais ou em outras provas que venham a ser criadas e aprovadas pelo CDT.

#### ***2.4 Estudos morfométricos na raça Mangalarga Marchador***

Há milhares de anos atrás, teve início os estudos sobre morfometria dos equinos. Xenophon em 352 a.C. publicou o primeiro e grande estudo sobre a conformação dos equinos, e propôs quais os critérios seriam desejáveis para os cavalos. Posteriormente, vários estudiosos da época, como Aristóteles em 384 a.C., estudaram a movimentação quadrupedal dentre as várias conformações observadas nos equinos. Em 1750, Claude Bourgelat publicou um estudo de proporções do corpo dos equinos, contribuindo com o avanço desta ciência (Back & Clayton 2013).

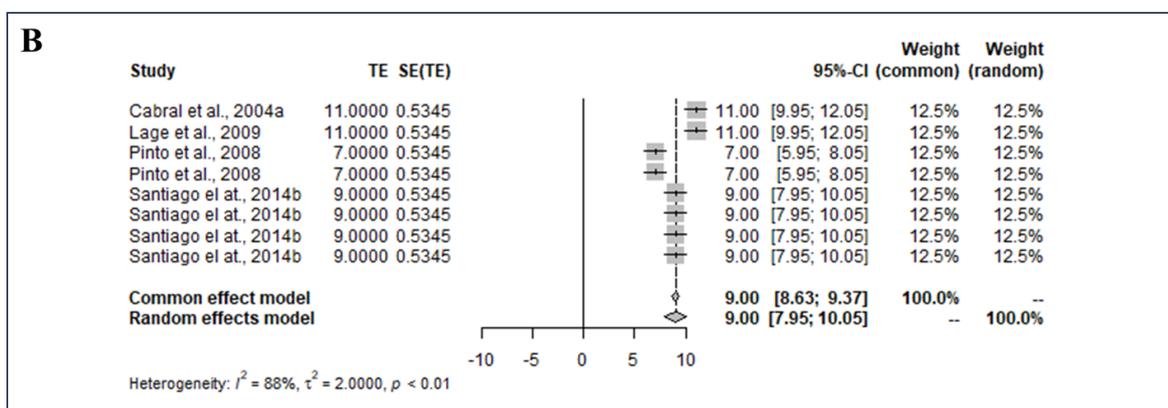
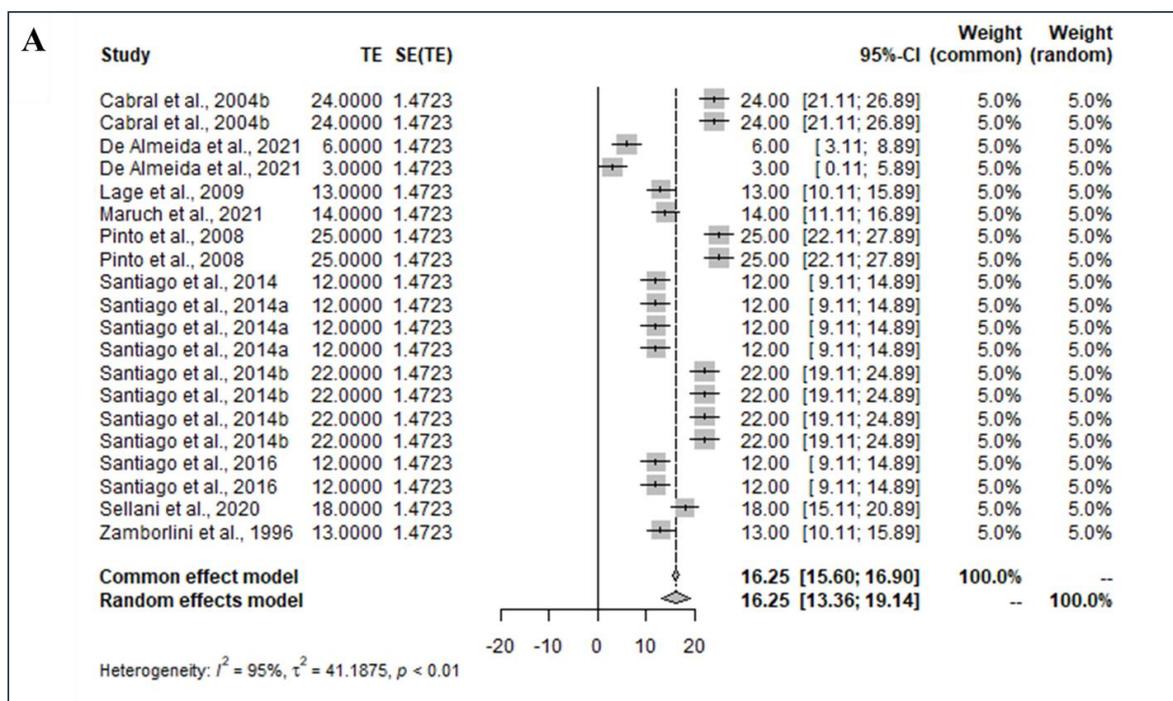
Na raça MM ainda não há um programa de melhoramento genético estabelecido. A principal forma de orientação na escolha de animais com melhores índices zootécnicos é feita através do julgamento de marcha e morfologia em competições especializadas, nas quais são classificados os indivíduos superiores pelas suas características morfológicas, que direcionam os criadores para realizar os possíveis acasalamentos em seu sistema de produção (Meira, 2010). Esse julgamento acontece de forma subjetiva, o que torna importante estudos sobre a biometria, que ajudam a elucidar a influência das medidas lineares e angulares sobre o desempenho e funcionalidade dos equinos, além da caracterização de um conjunto definido como raça.

Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas partes de uma metanálise para o número de mensurações realizadas por diferentes autores e, de uma análise de componentes

principais (PCA) para identificação dos trabalhos que mais se aproximam em relação as mensurações morfométricas realizadas.

A Figura 5A evidencia que, na literatura consultada, as mensurações lineares empregada pelos autores na avaliação morfológica do MM não ultrapassam 25 diferentes medidas. O número máximo de mensurações angulares observado foi 11 (Figura 3B). Nota-se também que não há uma padronização de mensurações entre os autores. Nota-se também, que os autores optaram por mensurar apenas as 12 medidas lineares citadas nos livros de registro genealógico em definitivo com genealogia conhecida (MM5 e MM6) da ABCCMM.

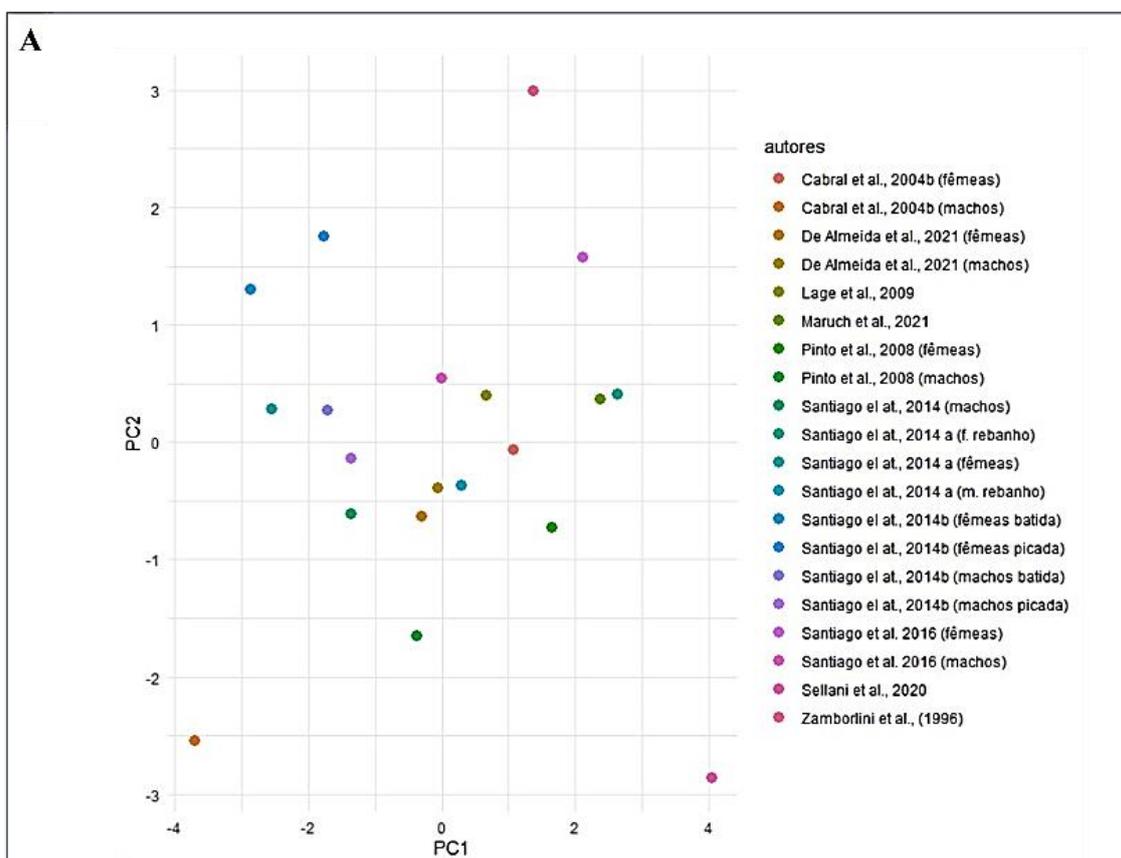
**Figura 5.** Forest Plot dos resultados da metanálise, para as mensurações morfométricas lineares (A) e angulares (B) empregadas para avaliação de equinos Mangalarga Marchador.



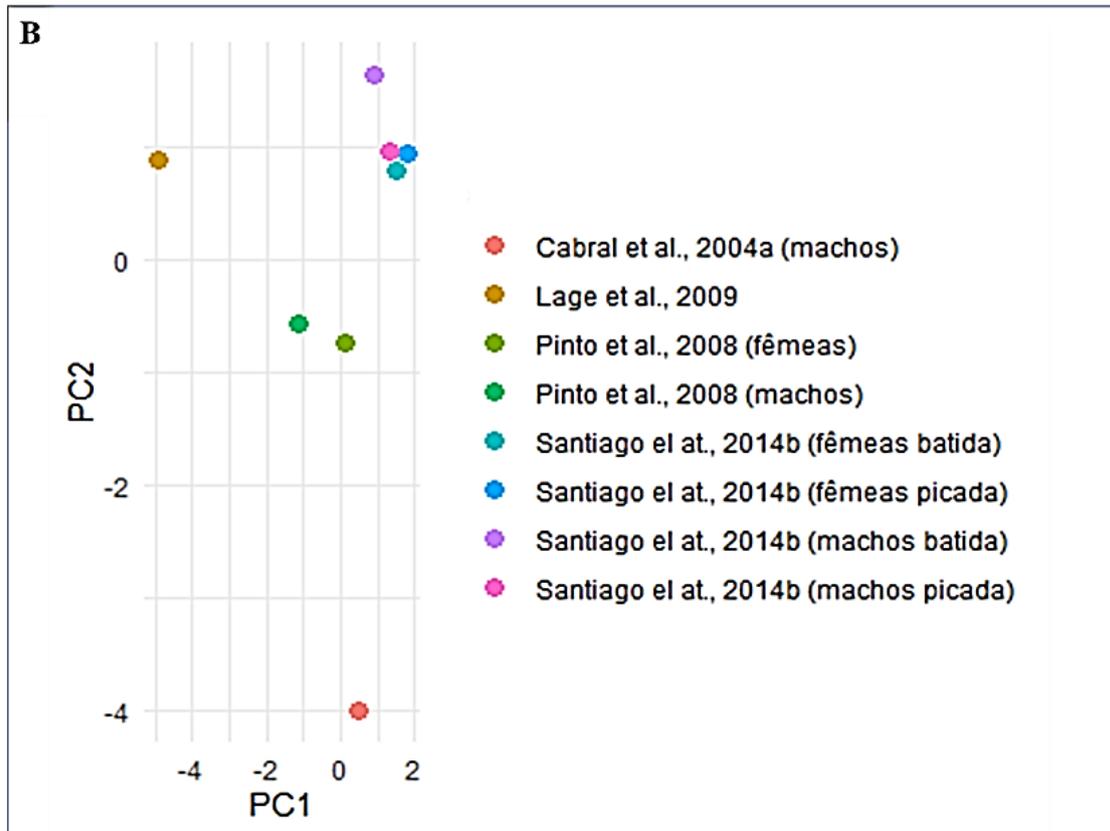
Na Figura 6 são representados os dados das mensurações de cada autor que mais contribuíram para a variabilidade desse conjunto de medidas: medidas lineares (Figura 6A) e angulares (Figura 6B).

A visualização resultante dos clusters é essencial para a identificação de comunidades ou temas específicos presentes nos dados. Cada cluster colorido representa um grupo coeso de elementos que compartilham características ou conexões mais estreitas entre si. Este tipo de abordagem facilita a identificação de áreas de pesquisa, e redes de colaboração ou temas emergentes dentro do campo analisado.

**Figura 13.** Análise das principais contribuições dos resultados de diferentes autores para a variabilidade de quantidades de mensurações lineares na figura (A), e angulares na figura (B) para avaliação fenotípica de equinos da raça Mangalarga Marchador.



Legenda: f rebanho - fêmeas do rebanho de referência, m rebanho - machos do rebanho de referência, fêmeas batida - fêmeas de marcha batida, fêmeas picada - fêmeas de marcha picada, machos batida - machos de marcha batida, machos picada - machos de marcha picada.



Legenda: f rebanho - fêmeas do rebanho de referência, m rebanho - machos do rebanho de referência, fêmeas batida - fêmeas de marcha batida, fêmeas picada - fêmeas de marcha picada, machos batida - machos de marcha batida, machos picada - machos de marcha picada.

Nas tabelas (1, 2, 3, 4 e 5) a seguir são apresentadas uma revisão sistemática dos trabalhos que publicaram dados morfométricos, porém somente de animais adultos MM. As tabelas estão separadas em função das mensurações (comprimento, altura, largura, circunferência e angulações).

**Tabela 1.** Medidas de Comprimento (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos.

Mensurações	Autores						
	Zamborlini <i>et al.</i> (1996)	Lage <i>et al.</i> (2009)	Gonçalves <i>et al.</i> (2012)	Santiago <i>et al.</i> (2013a)	Santiago <i>et al.</i> (2013b)	Santiago <i>et al.</i> (2014)	Gonçalves, (2018)
Cabeça machos	--	--	58,1	57,2 e 57,4	--	57,25 e 57,46	54,91 e 53,64
Cabeça fêmeas	--	--	57,09	--	56,2 e 57,7	57,39 e 57,11	55,08 e 53,64
Pescoço machos	62	--	62,15	63,1 e 67	--	66,85 e 67,05	66,59 e 66,93
Pescoço fêmeas	6	--	60,16	--	61,1 e 65,9	65,76 e 65,47	66,17 e 66,15
Dorso-lombo Machos	57	--	54,06	47,8 e 48,5	--	48,27 e 48,51	57,35 e 55,64
Dorso-lombo fêmeas	55	--	52,22	--	48,6 e 51,1	50,94 e 51,80	59,21 e 58,75
Garupa Machos	52	54	52,51	51,6 e 55,5	--	55,46 e 54,74	51,74 e 51,6
Garupa fêmeas	50	54	51,88	--	50,5 e 55,5	55,34 e 54,60	52,42 e 51,60
Espadua machos	55	59	54,97	52,7 e 50,8	--	--	48,53 e 47,50
Espadua fêmeas	52	62	52,39	--	51 e 50,8	--	48,13 e 49,35
Braço machos	--	33	--	--	--	--	26,35 e 26,71
Braço fêmeas	--	35	--	--	--	--	26,17 e 26,35
Antebraço machos	--	34	--	--	--	--	40,35 e 40,71
Antebraço fêmeas	--	35	--	--	--	--	40,50 e 40,40

Canela torácica machos	--	21	--	--	--	--	28,06 e 25,29
Canela torácica fêmeas	--	22	--	--	--	--	26,17 e 25,70
Quartela torácica machos	--	11,6	--	--	--	--	13,29 e 12,86
Quartela torácica fêmeas	--	10,7	--	--	--	--	13 e 12,90
Coxa machos	--	37	--	--	--	--	40,53 e 41
Coxa fêmeas	--	34	--	--	--	--	40,67 e 40,20
Tíbia machos	--	29	--	--	--	--	50,53 e 50,14
Tíbia fêmeas	--	32	--	--	--	--	50,83 e 50,40
Canela posterior machos	--	27	--	--	--	--	34,94 e 34,14
Canela posterior fêmeas	--	28	--	--	--	--	34,58 e 33,9
Quartela posterior machos	--	11	--	--	--	--	13,29 e 13
Quartela posterior fêmeas	--	11	--	--	--	--	13,08 e 12,9

Corpo machos	151	152	151,6 e 154	153,42 e 152,67	146,65 e 142,79
Corpo fêmeas	148	149,54	149 e 155	155,17 e 154,29	149,33 e 148,25

---

Legenda: Para as colunas que apresentam duas mensurações, são referentes aos animais que apresentaram marcha batida e marcha picada respectivamente, seja para machos e fêmeas.

**Tabela 2.** Medidas de Altura (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos.

Mensurações	Autores						
	Zamborlini <i>et al.</i> (1996)	Lage <i>et al.</i> (2009)	Gonçalves <i>et al.</i> (2012)	Santiago <i>et al.</i> (2013a)	Santiago <i>et al.</i> (2013b)	Santiago <i>et al.</i> (2014)	Gonçalves, (2018)
Cernelha machos	150	149	150,04	150 e 151	--	151,37 e 150,88	149,00 e 147,50
Cernelha fêmeas	145	151	146,63	--	146 e 150	149,92 e 179,30	148,71 e 147,25
Garupa machos	149	148	149,41	148 e 149	--	149,12 e 148,96	149,00 e 145,86
Garupa fêmeas	145	148	147,11	--	145 e 149	149,14 e 148,32	148,96 e 146,65
Costado machos	--	--	--	--	--	60,57 e 61,05	59,56 e 57,64
Costado fêmeas	--	--	--	--	--	61,89 e 62,11	60,46 e 59,56
Dorso machos	--	--	--	--	--	141,14 e 141,55	141,35 e 138,42
Dorso fêmeas	--	--	--	--	--	140,89 e 140,52	140,63 e 139,30

Legenda: Para as colunas que apresentam duas mensurações, são referentes aos animais que apresentaram marcha batida e marcha picada respectivamente, seja para machos e fêmeas.

**Tabela 3.** Medidas de Largura (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos.

Mensurações	Autores						
	Zamborlini <i>et al.</i> (1996)	Lage <i>et al.</i> (2009)	Gonçalves <i>et al.</i> (2012)	Santiago <i>et al.</i> (2013a)	Santiago <i>et al.</i> (2013b)	Santiago <i>et al.</i> (2014)	Gonçalves, (2018)
Cabeça machos	20	--	20,51	20,4 e 20,2	--	20 e 19,93	--
Cabeça fêmeas	20	--	20,08	--	19,8 e 19,8	19,63 e 19,49	--
Garupa machos	50	--	50,37	49,8	--	50,45 e 49,86	47,97 e 46,71
Garupa fêmeas	50	--	50,02	50,6	49,6 e 52,9	52,76 e 51,89	50,88 e 48,95
Peito machos	--	--	--	--	--	39,03 e 38,31	37,17 e 34,43
Peito fêmeas	--	--	--	--	--	38,34 e 37,43	36,17 e 36,40

Legenda: Para as colunas que apresentam duas mensurações, são referentes aos animais que apresentaram marcha batida e marcha picada respectivamente, seja para machos e fêmeas.

**Tabela 4.** Medidas de Circunferência (cm) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos.

Mensurações	Autores						
	Zamborlini <i>et al.</i> (1996)	Lage <i>et al.</i> (2009)	Gonçalves <i>et al.</i> (2012)	Santiago <i>et al.</i> (2013a)	Santiago <i>et al.</i> (2013b)	Santiago <i>et al.</i> (2014)	Gonçalves, (2018)
Canela anterior machos	18	17	18,17	18,5 e 19,4	--	--	--
Canela anterior fêmeas	17	18	17,48	--	--	--	--
Torácico machos	174	181	174,48	173 e 173	--	173,17 e 172,84	--
Torácico fêmeas	172	176	170	--	--	177,88 e 176,34	--

Legenda: Para as colunas que apresentam duas mensurações, são referentes aos animais que apresentaram marcha batida e marcha picada respectivamente, seja para machos e fêmeas.

**Tabela 5.** Medidas dos ângulos (graus) em equinos Mangalarga Marchador com idade mínima de 3 anos.

Mensurações	Autores						Gonçalves, (2018)
	Zamborlini <i>et al.</i> (1996)	Lage <i>et al.</i> (2009)	Gonçalves <i>et al.</i> (2012)	Santiago <i>et al.</i> (2013a)	Santiago <i>et al.</i> (2013b)	Santiago <i>et al.</i> (2014)	
Escápulo-solo machos	--	63,85	--	--	--	--	57,18 e 58,64
Escápulo-solo fêmeas	--	59,97	--	--	--	--	56,70 e 56,99
Escápulo-umeral machos	--	87,15	--	--	--	--	100,45 e 101,00
Escápulo-umeral fêmeas	--	86,6	--	--	--	--	102,09 e 102,77
Úmero-radial machos	--	129,3	--	--	--	--	138,76 e 134,97
Úmero-radial fêmeas	--	130,95	--	--	--	--	141,02 e 139,98
Metacarpo-falangeano machos	--	143,76	--	--	--	--	143,63 e 144,49
Metacarpo-falangeano fêmeas	--	148,89	--	--	--	--	139,65 e 142,93
Pelve-solo machos	--	53,26	--	--	--	--	18,80 e 21,50
Pelve-solo fêmeas	--	51,38	--	--	--	--	18,25 e 18,76
Pelve-femoral machos	--	138,66	--	--	--	--	84,49 e 81,49
Pelve-femoral fêmeas	--	133,83	--	--	--	--	87,66 e 86,92
Fêmur-tibial machos	--	153,57	--	--	--	--	118,44 e 112,06
Fêmur-tibial fêmeas	--	147,76	--	--	--	--	121,30 e 105,4
Tíbio-tarso-metatarsiano machos	--	158,06	--	--	--	--	145,59 e 142,96

Tíbio-tarso-metatarsiano	--	150,17	--	--	--	--	144,65 e 144,49
fêmeas							
Metatarso-falangeano machos	--	156,78	--	--	--	--	154,86 e 153,00
Metatarso-falangeano fêmeas	--	149,34	--	--	--	--	151,60 e 151,08
Casco anterior machos	--	55,22	--	--	--	--	--
Casco anterior fêmeas	--	55,35	--	--	--	--	--
Casco posterior machos	--	56,24	--	--	--	--	--
Casco posterior fêmeas	--	61,48	--	--	--	--	--

---

Legenda: Para as colunas que apresentam duas mensurações, são referentes aos animais que apresentaram marcha batida e marcha picada respectivamente, seja para machos e fêmeas.

Zamborlini *et al.* (1996) estimaram herdabilidades e correlações fenotípicas e genéticas entre doze medidas corporais provenientes dos Livros de Registro Genealógicos da Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. Esses autores observaram menor variação na largura da cabeça e no perímetro da canela em fêmeas. Porém, nos machos, somente largura da cabeça foi a medida de menor variação. Ainda nos machos, o perímetro torácico teve maior variação e o comprimento do dorso-lombo foi a mensuração de maior oscilação nas fêmeas. Os autores também observaram que, para Sistema Eclético de Proporções (Lesbre, 1930), a raça Mangalarga Marchador definida como mediolínea, de acordo com os índices corporal (0,86) e dáctilo-torácico (0,103) para ambos os sexos, não se enquadrando nas proporções desse sistema e recomendaram que os valores das medidas lineares deveriam ter avaliações complementares das proporções angulares das principais articulações envolvidas com a marcha, seja batida ou picada. As correlações genéticas entre as características variaram de -0,09 (circunferência da canela e comprimento dorsal) a 0,96 (entre cernelha e altura do quadril). De todas as 66 correlações possíveis, 63 (95,5%) tiveram sinal positivo, das quais 40 (60,6%) tiveram valor igual ou superior a 0,30.

Lage *et al.* (2009) observaram que ambiente, idade à avaliação e sexo influenciaram significativamente em diversas características morfométricas de animais adultos da raça Mangalarga Marchador; logo os efeitos dessas fontes devem ser considerados para a escolha dos indivíduos quando baseada nas medidas lineares e angulares. Notaram também que a escolha de animais com úmero de maior comprimento está associada a ossos dos membros torácicos e pélvicos mais longos. Logo, os mesmos autores sugerem que a escolha de animais com base no tamanho dos ossos dos membros acarretará concomitante incremento das alturas de cernelha, garupa e dos perímetros da canela e torácico. E que a escolha fenotípica dos animais considerando as medidas dos ângulos metacarpofalangeano em relação ao solo refletirá positivamente na altura da cernelha e da garupa.

Santiago *et al.* (2013) compararam as 12 medidas morfométricas lineares de todos os cavalos registrados entre 2000 a 2012 do rebanho de equinos machos Mangalarga Marchador e dos indivíduos classificados como campeões nacionais da raça nos anos 2010, 2011 e 2012, utilizando como parâmetros o padrão racial e o Sistema Eclético de Proporções para cavalo de sela. Os equinos campeões apresentaram maiores medidas de comprimento do pescoço, altura da cernelha e garupa, comprimento dorso-lombo, comprimento e largura da garupa, comprimento do corpo e perímetro da canela. Ainda

que, são proporcionalmente semelhantes ao rebanho de 2000 a 2012. Para os animais do estudo houve diferenças em suas proporções das que são preconizadas pelo Sistema Eclético de Proporções para o cavalo de sela (Lesbre, 1930).

O mesmo estudo foi feito para as fêmeas da raça (Santiago *et al.* 2014a). Os autores utilizaram a mesma metodologia descrita anteriormente e, observaram que houve diferença entre o rebanho atual de fêmeas em 2000 a 2012; as campeãs da raça em 2010, 2011 e 2012 apresentaram maiores valores, em 10 das 12 medidas avaliadas, não oscilando os valores de largura da cabeça e comprimento da espádua. Entretanto as duas categorias foram semelhantes nos índices de conformação, embora um pouco acima da proporção preconizada para o cavalo de sela (Lesbre, 1930).

No mesmo ano, Santiago *et al.* (2014b) compararam 22 medidas lineares e oito medidas angulares de machos e fêmeas da raça Mangalarga Marchador das categorias de marcha batida e marcha picada. Os autores observaram que a os animais, em ambos os sexos, de marcha batida e marcha picada apresentaram diferenças nas medidas lineares e angulares relacionadas com a flexão dos membros, comprimento e frequência das passadas.

Gonçalves *et al.* (2018) analisaram as associações entre as medidas morfométricas, lineares e angulares, e as variáveis cinemáticas das marchas batida e picada de equinos da raça Mangalarga Marchador. Esses autores observaram que a morfometria (tanto medida angulares, quanto lineares) influenciam a cinemática do andamento de animais de marcha picada e batida. Porém os animais que exibiram maiores medidas lineares e menores ângulos escapulo-umeral, metacarpo-falângico, coxo-femoral e tibio-tarsico-metatársico apresentaram maior comprimento de passada e melhor distribuição dos tempos de apoio de acordo com o Padrão da raça.

### ***2.5 Análise de componentes principais aplicada no estudo de morfometria***

A análise de componentes principais (PC) consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro, de tamanho menor, composto de combinações lineares das variáveis originais, as quais devem explicar o máximo possível da variabilidade original (Reis *et al.* 1988; Ferreira, 1996; Meira *et al.* 2018; Bussiman *et al.* 2021).

As novas variáveis que estão posicionadas próximas umas das outras têm características semelhantes e são positivas enquanto aquelas que estão posicionadas nas laterais tendem a ter correlações negativas entre elas. Quando o número de características

mensuradas é grande, há a possibilidade de que algumas sejam de pouca contribuição para a avaliação dos indivíduos. Os componentes principais apresentam propriedades particulares em termos de variância em que o primeiro componente principal detém a máxima variância e o segundo principal tem a segunda variância mais alta e depois sucessivamente, o número de componentes principais formados são equivalentes ao número de características avaliadas (Ferreira, 1996).

Siqueira *et al.* (2012) avaliaram a redução do tamanho do conjunto amostral original das 12 medidas morfométricas lineares de potros em estação forçada aos 29-32 meses de idade da Coudelaria de Rincão, São Borja (RS). Descreveram que apenas altura na garupa, comprimento do corpo, comprimento da perna e comprimento da canela pélvica, explicaram até 80% da variabilidade total, e que as análises de componentes principais reduziram em 67% as características lineares.

Andrade *et al.* (2012) também observaram uma redução do tamanho do conjunto amostral original das 12 medidas morfométricas angulares de potros em estação forçada aos 29-32 meses de idade da Coudelaria de Rincão, São Borja (RS). As características que explicaram a variação total em até 80% foram, o ângulo pescoço, ângulo úmero-radial, ângulo rádio-carpo-metacarpiano, ângulo tibiofemoral; ângulo túbio-tarso-metatarsiano; e ângulo coxo-solo. Logo, para potros aos dois anos de idade, 46% das características foram redundantes.

Meira *et al.* (2013) verificaram a possibilidade de eliminar as informações de variáveis redundantes afim de reduzir a dimensionalidade de um conjunto de características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador, por meio da análise de componentes principais. Os seis primeiros componentes principais explicaram 78,57% da variação total, recomendando estes autores que trabalhos futuros deveriam utilizar a pontuação da marcha, altura na garupa, comprimento do dorso, comprimento da garupa, largura da cabeça e perímetro da canela, pois essas variáveis apresentaram menores correlações entre si.

Maruch, (2018) com o objetivo de determinar, por meio da análise de componentes principais, quais das 12 medidas morfométricas utilizadas no ato do registro definitivo que mais explicam a variabilidade fenotípica de equinos Mangalarga Marchador, sugeriu a exclusão das medidas de altura na cernelha, comprimento de corpo, comprimento de espádua, perímetro de tórax, comprimento de cabeça e perímetro de canela, nessa ordem, pois foram inferiores a 70% das variações observadas.

Bartholazzi *et al.* (2020) trabalhando com a raça Pônei Brasileiro, observaram que apenas dois componentes principais (PC) foram necessários para explicar pelo menos 80% da variação total das 14 medidas morfométricas lineares estudadas. As características que explicaram tal variação foram: comprimento do corpo e comprimento da canela no primeiro PC; e no segundo PC, altura do tórax e comprimento da canela anterior foram as principais variáveis responsáveis pela maior variação.

Sellani *et al.* (2020) pesquisaram quais medidas lineares explicam a maior variância total em cavalos jovens Mangalarga Marchador de diferentes sexos, idades e tipos de marcha seja batida ou picada. 80% da variação fenotípica relatada nos diferentes tipos de marcha oscilou de acordo com a faixa etária, sendo de 2 a 3 componentes principais em ambos os sexos nos animais de marcha picada, de 3 a 4 para machos de marcha batida, e de 3 a 5 para fêmeas de marcha batida. Para o comprimento do metacarpo e a largura da cabeça apresentam baixo valor discriminatório em todas as faixas etárias acima de 15 meses no conjunto de dados analisados.

## REFERÊNCIAS

ALBERNAZ, R. M. et al. Descrição do movimento da articulação metacarpofalangiana de equinos pela metodologia baseada em videogrametria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 302-307, 2011.

ANDRADE, A. M. et al. Análise dos componentes principais de medidas morfométricas de potros em estação forçada aos 22-25 meses de idade: I. Medidas lineares. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 10, n. 1, p. 74-75, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DO CAVALO MANGALARGA MARCHADOR. **História da ABCCMM**. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/quemsomos>. Acesso em: 23 set. 2022.

BACK, Willem; CLAYTON, Hilary M. (Ed.). **Equine locomotion**. Elsevier Health Sciences, 2013.

BAENA, Marielle M. et al. Genetic characterization of mangalarga marchador breed horses based on microsatellite molecular markers. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 95, p. 103231, 2020.

BAENA, Marielle Moura et al. Population structure and genetic diversity of Mangalarga Marchador horses. **Livestock Science**, v. 239, p. 104109, 2020.

- BARCELOS, KATE MOURA DA COSTA. **Estudo morfométrico e do desenvolvimento de potros campeões da raça Mangalarga Marchador**. 2016. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais.
- BECK, S. L.; BECK, S. L. Investigação sobre correlação entre morfologia e andamento na raça Mangalarga Marchador. **BECK, SL Mangalarga Marchador, caracterização, história, seleção**. Brasília:[sn], 1992.
- BORTON, A. Biología del caballo. **El caballo**. Zaragoza: Acribia, p. 233-334, 1979.
- CABRAL, Grasielle Coelho et al. Avaliação morfométrica de equinos da raça Mangalarga Marchador: medidas lineares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 989-1000, 2004.
- CABRAL, Grasielle Coelho et al. Avaliação morfométrica de equinos da raça Mangalarga Marchador: medidas lineares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 989-1000, 2004.
- CAMARGO, M. D., & CHIEFFI, A. (1971). **Ezoognósia**. São Paulo: CPA/Intituto de Zootecnia.
- CARDOSO, L. S. et al. Divergência fenotípica entre éguas Crioulas das linhagens uruguaia “La invernada”, argentina “Cardal” e chilena. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1433-1440, 2020.
- CASIUCH, R. O romance da raça: histórias do cavalo Mangalarga Marchador. **São Paulo: Empresa das Artes**, p. 254, 1997.
- COSTA, M. D. et al. Demographic characterization of Mangalarga Marchador breed. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 687-690, 2004.
- COSTA, M. D. et al. Estudo da subdivisão genética da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 272-280, 2005.
- DE OLIVEIRA BUSSIMAN, Fernando et al. Genetic analysis of morphological and functional traits in Campolina horses using Bayesian multi-trait model. **Livestock Science**, v. 216, p. 119-129, 2018.
- DE REZENDE, Marcos Paulo Gonçalves et al. Morfometria corporal de equinos utilizados em trabalho, esporte e lazer em três municípios do Mato Grosso do Sul. **Veterinária e Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 569-583, 2014.

DE SOUZA, FELIPE AMORIM CAETANO. "**parâmetros genéticos de características morfofuncionais e identificação de linhagens na raça mangalarga marchador.**" (2021): 94-94. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021. Bibliografia.

DITTRICH, J.R. EQUINOS - Livro Multimídia, versão on line. Disponível em: <http://www.gege.agrarias.ufpr.br/livro/index.html>. Acesso em: 03 out. 2022

DYCE, Keith M.; SACK, Wolfgang O.; WENSING, Cornelis Johannes Gerardus. **Textbook of veterinary anatomy-E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2009.

DYSON, Sue J. Lesions of the equine neck resulting in lameness or poor performance. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 27, n. 3, p. 417-437, 2011.

EVANS, K. E.; MCGREEVY, P. D. Conformation of the equine skull: a morphometric study. **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 35, n. 4, p. 221-227, 2006.

FERNANDES, Tales Jesus et al. Growth curve for height at withers and body length of Mangalarga Marchador horses. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.

FERREIRA, Daniel Furtado. Análise multivariada. Lavras: **UFLA**, v. 22, p. 394, 1996.

FONSECA, Mayara Gonçalves. **Mangalarga Marchador: estudo morfométrico, cinemático e genético da marcha batida e da marcha picada**. 2018. (tese de doutorado)

FONSECA, R. S. et al. Morphometric standard of traction horses in the city of Araguaína, Tocantins, Brazil. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 14, p. 195-202, 2016.

GARCÉS I ESTALLÓ, Ignasi; GRAELLS I FABREGAT, Raimon. Ancient bronze horse muzzles of the Iberian Peninsula. **Gladius. Estudios sobre armas antiguas, armamento, arte militar y vida cultural en oriente y occidente**, 2011, vol. 31, p. 7-42, 2011.

GIANLUPPI, LDF1a et al. Agregação de valor em eqüinos da raça crioula: um estudo de caso. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 223, p. 471-474, 2009.

GNAGEY, L.; CLAYTON, H. M.; LANOVAZ, J. L. Effect of standing tarsal angle on joint kinematics and kinetics. **Equine veterinary journal**, v. 38, n. 7, p. 628-633, 2006.

GONÇALVES, R. W. et al. Efeito da endogamia sobre características morfométricas em cavalos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 419-426, 2012.

JUNIOR, A. Bartholazzi et al. Análise de componentes principais de medidas morfométricas de equinos da raça Pônei Brasileiro. **Archivos de zootecnia**, v. 69, n. 268, p. 470-477, 2020.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. Anatomia dei mammiferi domestici. Piccin **Editore**, Padova, 2006.

LAGE, M. C. G. R. et al. Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 968-979, 2009.

LESBRE, F.X. **Precis d'Exterieur du Cheval**. Paris. 1930.

MARUCH, Suzana. **Estudo de características morfométricas em equinos Mangalarga Marchador por meio de modelo animal e componentes principais**. 2018. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais.

MEDIDAS ANGULARES. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 10, n. 1, p. 75-75, 11.

MEIRA, C. T. et al. Seleção de características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1843-1848, 2013.

MEIRA, C. T. et al. Seleção de características morfofuncionais de cavalos da raça Mangalarga Marchador por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1843-1848, 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Tamanho e Distribuição da Tropa. In: **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. Brasília, 2016, 56p.

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

NETO, Felipe Berbari. **Evolução de medidas lineares e avaliação de índices morfométricos em garanhões da raça Campolina**. 2005.. 107f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campo dos Goytacazes, RJ.

ORLANDO, Ludovic. Ancient genomes reveal unexpected horse domestication and management dynamics. **BioEssays**, v. 42, n. 1, p. 1900164, 2020.

PIMENTEL, Muriel Lustosa et al. Biometria de equinos de vaquejada no Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 4, p. 376-379, 2011.

PINTO, Luís Fernando Batista et al. Análise multivariada das medidas morfométricas de potros da raça Mangalarga Marchador: análise discriminante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 600-612, 2005.

PROCÓPIO, Alessandro Moreira et al. Curvas ângulo-tempo das articulações dos equinos marchadores. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 41-48, 2007.

REIS, S. F. D. (1988). Morfometria e estatística multivariada em biologia evolutiva. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5, 571-580.

RIBEIRO, Neila Lidiany; MEDEIROS, Geovergue R. de; GOMES, Ivan Luís C.; NASCIMENTO, George V. do; SANTOS, Severino Guilherme C. G. dos. **Cavalos &**

**umentos do Brasil [livro eletrônico]: raças e ecótipos.** 1. ed. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2023. (Equídeos do Brasil). ISBN 978-85-64265-79-0.  
ROYO, L. J. et al. The origins of Iberian horses assessed via mitochondrial DNA. **Journal of Heredity**, v. 96, n. 6, p. 663-669, 2005.

SANTIAGO, J. **Caracterização morfométrica da raça Mangalarga Marchador.** 2013. 110f (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte).

SANTIAGO, J. M. et al. Comparação entre as medidas morfométricas de equinos Mangalarga Marchador de marcha batida e marcha picada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 635-639, 2014.

SANTIAGO, JULIANO et al. Evolution of morphometric measures in the Mangalarga Marchador breed. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 191-199, 2016.

SANTIAGO, Juliano Martins et al. Comparação entre as medidas morfométricas do rebanho atual de machos Mangalarga Marchador e dos campeões da raça. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, n. 1, p. 46-52, 2013.

SANTIAGO, Juliano Martins et al. Medidas morfométricas do rebanho atual de fêmeas Mangalarga Marchador e das campeãs da raça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 141-148, 2014.

SELLANI, Mariana de Castro et al. Principal component analysis of linear measures of young horses national champions of Mangalarga Marchador breed. **Ciência Rural**, v. 50, p. e20200258, 2020.

SOLANO, Mauricio; BRAWER, Robert S. CT of the equine head: technical considerations, anatomical guide, and selected diseases. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, n. 4, p. 374-388, 2004.

SOUZA, Felipe Amorim Caetano et al. Nonlinear modeling growth body weight of Mangalarga Marchador horses. **Ciencia rural**, v. 47, 2017.

Tamanho e Distribuição da Tropa. In: **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. Brasília, 2016, 56p.

THOMAS, G. W.; BELL, S. C.; CARTER, S. D. Immunoglobulin and peripheral B-lymphocyte concentrations in Fell pony foal syndrome. **Equine veterinary journal**, v. 37, n. 1, p. 48-52, 2005.

THOMAS, H.S. **The Horse Conformation Storey Publishing**, 2005. 387p.

VLECK, D. **El Caballo, Zaragoza: Acribia**, 1979, p233-334.

ZAMBORLINI, Luiz Cesar et al. Estudo genético-quantitativo de medidas lineares de equinos da raça Mangalarga Marchador-I. Estimativas dos fatores de ambiente e parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 3, n. 2, 1996.

ZAMBORLINI, Luiz Cesar et al. Estudo genético-quantitativo de medidas lineares de eqüinos da raça Mangalarga Marchador-I. Estimativas dos fatores de ambiente e parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 3, n. 2, 19.

## CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO

### DIVIRGÊNCIAS FENOTÍPICAS EM UMA SUBPOPULAÇÃO DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR: COMO APRIMORAR O REGISTRO DEFINITIVO DA RAÇA?

*Artigo preparado conforme a normas da revista Animals*

#### RESUMO

A avaliação zootécnica do Mangalarga Marchador (MM) é fundamentada no padrão racial que estabelece diretrizes sobre a expressão racial, conformação e andamentos desejados para as diversas finalidades a que esses animais são empregados. E a análise de componentes principais (PCA) pode contribuir na tomada de decisões, com base em resultados científicos, de quais características seriam mais estratégicas para inclusão no sistema de registro genealógico e julgamentos oficiais da raça MM. O objetivo foi avaliar quais variáveis morfométricas possuem maior influência nas diferenças de conformação observadas em uma subpopulação de equinos adultos MM; e sumarizar essas características por meio de escores calculados (autovetores PCA) para, posteriormente, comparar com as pontuações obtidas por esses animais durante o ato do registro genealógico. Foram mensuradas e avaliadas 46 medidas morfométricas, nas quais estavam incluídas as 12 medidas obrigatórias do registro genealógico definitivo e duas destas novas medidas: “triângulo” e o “Z” da marcha. Foram utilizados 273 equinos adultos da raça MM com genealogia conhecida. Além disso, foram calculados o peso e 11 índices zootécnicos usados para análise funcional dos animais. As pontuações de marcha e morfologia foram cedidas pela Associação Brasileira dos Criadores de Cavalos Mangalarga Marchador (ABCCMM).

27 Inicialmente foram analisadas separadamente as correlações entre morfometria linear,  
28 morfometria angular, peso vivo e índices zootécnicos usados para avaliação funcional. A  
29 redução proporcional das variáveis estudadas foi maior entre as medidas lineares (15 das  
30 32 mensurações) do que entre as medidas angulares (7 das 12 mensurações), o que não  
31 ocorreu para o peso e os 11 índices zootécnicos. A baixa associação dos escores  
32 calculados na PCA para as variáveis morfométricas com as notas subjetivas para  
33 pontuação da morfologia e marcha de equinos registrados no serviço oficial de controle  
34 genealógico da raça MM, aliada ao fato de que apenas sete das 12 medidas lineares  
35 obrigatórias neste processo foram relacionadas com a variabilidade dos animais  
36 estudados, sugere a necessidade de uma revisão da atual sistemática visando melhorar a  
37 sensibilidade na identificação de características fenotípicas de interesse para garantia do  
38 padrão racial vigente.

39

40 **Palavras chave:** Pontuações. Marcha. Morfologia. PCA. Morfofunção.

41

#### 42 **ABSTRACT**

43 The breed inspection/evaluation of the Mangalarga Marchador (MM) is based on the  
44 breed-standard that establishes guidelines on race/breed expression, conformation, and  
45 desired gaits for the various purposes these animals are employed. PCA can contribute to  
46 decision-making (based on scientific results) of which traits would be more strategic for  
47 inclusion in the registration system and official MM breed judgments. The aim of this  
48 study was to evaluate which morphometric variables have the greatest influence on the  
49 conformation differences observed in a subpopulation of adult MM horses and to  
50 summarize these traits through calculated scores (PCA eigenvectors) to later compare  
51 with the scores obtained by these animals during the act of registration. A total of 46  
52 morphometric traits were used, which included the 12 mandatory measures of the

53 definitive genealogical registration and two of these new ones: “triangle” and the “Z” of  
54 the gait. It was used 273 adult horses of the MM breed with known genealogy. In addition,  
55 their weight and 11 indexes used for functional analysis were calculated. The gait and  
56 morphology scores were provided by the Brazilian Association of Mangalarga Marchador  
57 Horse Breeders (ABCCMM). Initially, the correlations between linear morphometry,  
58 angular morphometry, live weight, and functional indexes were analyzed separately.  
59 There was a greater proportional reduction of variables among linear measurements (from  
60 32 to 15) than angular traits (from 12 to 7) which did not occur for weight and all the  
61 indexes. The low association between PCA scores and the subjective scores for  
62 morphology at the registration, coupled with the fact that only seven of the 12 mandatory  
63 linear measurements were related to the variability of the studied animals, suggests a  
64 review of the current registration system to improve sensitivity in the search for  
65 phenotypic traits of interest to maintain the current breed-standard.

66

67 **Keywords:** Scores. Gait. Morphology. PCA. Morpho-function.

## 68 **1 INTRODUÇÃO**

69 O Mangalarga Marchador (MM) é uma raça equina brasileira usada na lida de campo,  
70 lazer e esportes, destacando-se pela docilidade, rusticidade e seu andamento de quatro  
71 tempos denominado marcha. Sua formação teve início em meados de 1812, quando o Sr.  
72 Gabriel Junqueira (Barão de Alfenas) realizou o acasalamento de suas éguas nativas com  
73 um garanhão Lusitano originário da Coudelaria de Alter (Casiuch, 2016; Costa *et al.*  
74 2004). Após 211 anos do marco fundador, o *studbook* da Associação Brasileira de  
75 Criadores do Cavalo MM ultrapassou o número de 700.000 animais registrados na  
76 instituição (ABCCMM, 2023); em que foi realizado um estudo científico prévio (Baena  
77 *et al.* 2020) identificou 163 indivíduos como os principais ancestrais responsáveis pela

78 variabilidade genética observada na população total documentada nos anos de 1906 a  
79 2015.

80 O padrão racial do cavalo MM preconiza diversas características morfofuncionais,  
81 visando uma boa expressão racial, conformação e qualidade da marcha. Neste documento  
82 estão descritos, de forma qualitativa, características morfofuncionais referentes à forma e  
83 proporção de cabeça e pescoço; à estrutura, proporções e angulações de tronco esperadas  
84 em um equino de sela com biotipo mediolíneo e eumétrico; bem como, proporções e  
85 qualidades dos membros e da marcha, quando avaliados em estação ou movimento.  
86 Durante a inspeção técnica realizada por diferentes profissionais nos diversos criatórios  
87 localizados em todo território brasileiro, para inclusão de indivíduos com idade superior  
88 a 3 anos nos livros MM3 e MM4 (sem genealogia conhecida) ou nos livros MM5 e MM6  
89 (com genealogia conhecida), é dada uma pontuação subjetiva referente à qualidade da  
90 morfologia e marcha dos indivíduos. E, objetivamente, são realizadas 12 medidas  
91 corporais (alturas da cernelha e garupa; perímetros torácico e de canela; comprimentos  
92 de cabeça, pescoço, espádua, dorso-lombo, garupa e corpo; larguras da cabeça e garupa),  
93 na qual apenas as duas primeiras citadas possuem valores definidos no padrão racial  
94 (ABCCMM, 2023).

95 A análise de componentes principais (PCA) é um método amplamente utilizado para  
96 reduzir a complexidade de conjuntos de dados compostos por múltiplas variáveis inter-  
97 relacionadas, por meio da criação de novas variáveis, denominadas componentes  
98 principais (CPs), que são organizados de forma a simplificar a identificação e análise das  
99 variáveis que explicam a maior parte da variabilidade original (Mishra *et al.* 2017). Ainda  
100 há poucos trabalhos científicos publicados em que foram aplicadas análises multivariadas  
101 para melhor compreensão da inter-relação entre medidas lineares e angulares, proporções

102 corporais, conformação e funcionalidade de equinos selecionados para marcha (Bussiman  
103 *et al.* 2022; Sellani *et al.* 2020; Maruch, 2020; Meira *et al.* 2013; Pinto *et al.* 2005)

104 A aplicação a campo de métodos objetivos para análise morfofuncional de equinos,  
105 por exemplo, a morfometria e cálculo de índices zootécnicos para análise da aptidão  
106 funcional, pode otimizar os futuros critérios de seleção e melhoramento genético da raça  
107 MM. Isso devido à maior acurácia e repetibilidade na obtenção destes tipos de dados,  
108 quando comparado àqueles gerados de forma subjetiva, por facilitar a padronização e  
109 comparação de informações coletadas por diferentes avaliadores. Neste sentido, a PCA  
110 pode contribuir na tomada de decisões, de quais características seriam mais estratégicas  
111 para inclusão no sistema de registro genealógico e julgamentos oficiais da raça MM, por  
112 permitir um melhor entendimento da variabilidade fenotípica relacionada à estrutura  
113 morfológica e funcional dos animais (Bussiman, 2021; Misk *et al.* 2015).

114 Diante do exposto, o objetivo foi verificar separadamente as correlações entre  
115 morfometria linear, morfometria angular, peso vivo e índices zootécnicos usados para  
116 avaliação funcional de uma subpopulação de equinos adultos da raça Mangalarga  
117 Marchador; e, sumarizar esses parâmetros por meio da PCA, para assim sugerir escores  
118 para essas características, evidenciando em cada um, as variáveis que possuem maiores  
119 influências na variabilidade e diferenças de conformações observadas nos animais  
120 estudados. Por fim, realizar uma análise comparativa entre estes escores calculados e as  
121 pontuações de morfologia e marcha obtidas no ato do registro genealógico definitivo  
122 desses animais.

123 As hipóteses foram: (1) Os escores gerados pela PCA podem representar as diferenças  
124 de conformações observadas nos animais estudados. (2) Os autovetores gerados pela PCA  
125 podem ser usados para criar novos índices mais representativos do que as pontuações de  
126 morfologia e marcha inseridos no atual controle genealógico da raça MM.

## 127 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

128 Os dados utilizados no presente estudo fazem parte da amostragem obtida durante  
129 a execução do projeto de pesquisa “Caracterização genética e fenotípica de equinos da  
130 raça Mangalarga Marchador” (nº protocolo CEUA-UFLA: 009/15).

### 131 ***2.1 Dados gerais dos animais estudados***

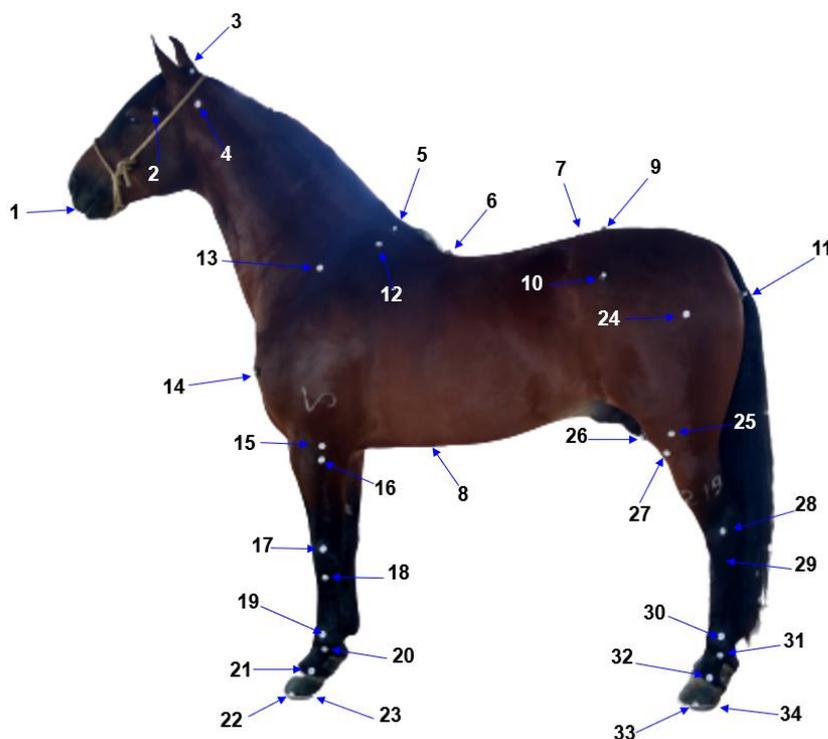
132 Foram avaliados 273 equinos adultos Mangalarga Marchador (71 machos e 202  
133 fêmeas) com idade média de  $11,7 \pm 5,1$  anos, provenientes de 52 criatórios localizados  
134 nos estados de Minas Gerais (N = 215), São Paulo (N = 22), Rio de Janeiro (N = 20), Rio  
135 Grande do Sul (N = 8) e Bahia (N = 8). Todos animais possuíam registro definitivo nos  
136 livros MM-5 e MM-6 (com genealogia conhecida) controlados pela associação de  
137 criadores credenciada no Ministério de Agricultura e Pecuária no Brasil, sendo  
138 descendentes (filhos, netos ou bisnetos) de 49 ancestrais da raça (30% do total  
139 identificado por Baena *et al.* 2020).

140

### 141 ***2.2 Coleta de dados morfométricos nos animais estudados***

142 Inicialmente os equinos foram posicionados em estação forçada, sob um piso  
143 firme e plano, para identificação por palpação e posterior marcação de 34 pontos  
144 anatômicos com adesivos circulares (Figura 1). Em seguida, foram mensuradas 46  
145 medidas corporais citadas na literatura (Moura *et al.* 2020; Santiago, 2013; Lage, 2001),  
146 sendo 34 lineares (Tabela 1) e 12 angulares (Tabela 2), sempre do lado esquerdo do corpo  
147 dos animais, por um único avaliador previamente capacitado, utilizando hipômetro, fita  
148 métrica, artrogôniometro e angulador de casco.

149 **Figura 1.** Localização dos pontos anatômicos usados para morfometria linear e angular  
 150 de equinos Mangalarga Marchador



151 *Legenda: Cabeça* - ponta do focinho (1); porção livre da articulação temporo-  
 152 *mandibular esquerda e direito* (2); crista nugal (3). *Pescoço* - porção cranial da face  
 153 *lateral da asa do atlas esquerdo* (4). *Tronco* - ponto mais alto da cernelha, entre os  
 154 *processos espinhosos das vertebrae torácicas T5-T6* (5); porção dorsal da oitava  
 155 *vértebra torácica T8, após cernelha* (6); espaço entre vértebra lombar L6 e porção cranial  
 156 *da vértebra sacral S1* (7); processo xifóide do osso esterno (8); ponto mais alto da  
 157 *tuberosidade sacral* (9); porção cranial do tuber coxal do íleo esquerdo e direito (10);  
 158 *porção caudal da tuberosidade isquiática esquerda e direita* (11). *Membro torácico* -  
 159 *borda dorsal da cartilagem da escápula* (12); terço médio da borda cranial da escápula  
 160 *(13); porção cranial da tuberosidade maior do úmero esquerdo e direito* (14); epicôndilo  
 161 *lateral do úmero esquerdo* (15); epicôndilo lateral do rádio esquerdo (16); processo  
 162 *estilóide lateral do rádio esquerdo, pouco acima do osso acessório do carpo esquerdo*  
 163 *(17); extremidade proximal do quarto osso metacárpico esquerdo* (18); epífise lateral do  
 164 *terceiro osso metacárpico esquerdo* (19); epífise próximo lateral da falange proximal  
 165 *esquerda* (20); epífise lateral da falange média esquerda (21); face latero-caudal da  
 166 *falange distal esquerdo* (22); face palmar da falange distal esquerdo (23). *Membro*  
 167 *pélvico* - parte cranial do trocânter maior do fêmur esquerdo (24); epicôndilo lateral do  
 168 *fêmur esquerdo* (25); face cranial da patela esquerda (26); Borda lateral (27) e maléolo  
 169 *lateral* (28) da tíbia esquerda; extremidade proximal do quarto osso metatarso esquerda  
 170 *(29); epífise lateral do terceiro osso metatarso esquerdo* (30); epífise próximo lateral da  
 171 *falange proximal esquerda* (31); epífise lateral da falange média esquerda (32); face  
 172 *latero-caudal da falange distal esquerda* (33); face palmar da falange distal esquerda  
 173 *(34).*

174 Fonte: Dos autores.

175

176 **Tabela 1.** Metodologia para morfometria linear em equinos Mangalarga Marchador,  
 177 realizada a partir dos pontos anatômicos definidos na figura 1.

<i>Mensuração com hipômetro (cm)</i>		
<b>Medida Linear</b>	<b>Sigla</b>	<b>Forma de mensuração</b>
Altura de cernelha	Ace	Distância perpendicular entre ponto 5 até solo
Altura do dorso	AD	Distância perpendicular entre ponto 6 até solo
Altura da garupa	AG	Distância perpendicular entre ponto 9 até solo
Altura do costado	ACc	Distância entre pontos 6 e 8
Largura da cabeça	LC	Distância entre pontos 2a e 2b
Largura da garupa	LG	Distância entre lados direito e esquerdo do ponto 10
Largura do peito	LP	Distância entre lados direito e esquerdo do ponto 14
Comprimento da cabeça	CCb	Distância entre pontos 1 e 3
Comprimento do pescoço	CP	Distância entre pontos 4 e 13
Comprimento do dorso-lombo	CDL	Distância entre pontos 6 e 7
Comprimento de garupa	CG	Distância entre pontos 10 e 11
Comprimento do corpo	CCo	Distância entre pontos 14 e 11
<i>Mensuração com fita métrica (cm)</i>		
<b>Medida Linear</b>	<b>Sigla</b>	<b>Forma de mensuração</b>
Comprimento de espádua	CE	Distância entre os pontos 12 e 14
Comprimento do braço	CB	Distância entre os pontos 14 e 15
Comprimento do antebraço	CA	Distância entre os pontos 16 e 17
Comprimento da canela anterior	CCA	Distância entre os pontos 18 e 19
Comprimento da quartela anterior	CQA	Distância entre os pontos 27 e 28
Comprimento da pinça do casco anterior	CPCA	Distância entre os pontos 22 e 23
Comprimento do talão do casco anterior	ATCA	Distância entre os pontos 21 e 22

Comprimento anca-fêmur	CAF	Distância entre os pontos 10 e 24
Comprimento anca-soldra	CAS	Distância entre os pontos 10 e 26
Comprimento fêmur-soldra	CFS	Distância entre os pontos 24 e 26
Comprimento coxa	CCx	Distância entre os pontos 24 e 25
Comprimento coxa-jarrete	CCJ	Distância entre os pontos 24 e 28
Comprimento da perna	CP	Distância entre os pontos 27 e 28
Comprimento da canela posterior	CCP	Distância entre os pontos 29 e 30
Comprimento da quartela posterior	CQP	Distância entre os pontos 31 e 32
Comprimento da pinça do casco posterior	CPCP	Distância entre os pontos 33 e 34
Comprimento do talão do casco posterior	ATCP	Distância entre os pontos 31 e 32
Perímetro do antebraço	PA	Circunferência no ponto médio entre os pontos 16 e 17
Perímetro do joelho	PJ	Circunferência no ponto médio entre os pontos 17 e 18
Perímetro da canela anterior	Pca	Circunferência no ponto médio entre os pontos 18 e 19
Perímetro da canela posterior	PCP	Circunferência no ponto médio entre os pontos 29 e 30
Perímetro torácico	PT	Circunferência entre pontos 6 e 8

178 Fonte: Adaptado de Moura *et al.* 2020; Santiago, 2013; Lage, 2001.

179

180 **Tabela 2.** Metodologia para morfometria angular de equinos Mangalarga Marchador.

<i>Membro torácico esquerdo</i>		
<b>Medida angular</b>	<b>Sigla</b>	<b>Forma de mensuração</b>
Ângulo escápulo-solo	AnES	Centro do artrogoniômetro posicionado próximo da articulação escápulo-umeral (ponto 14), onde a haste contendo o transferidor será colocada no plano horizontal, paralela ao solo, enquanto a haste móvel

		será posicionada na direção da borda dorsal da cartilagem da escápula (ponto 12).
Ângulo escápulo- umeral	AnEU	Centro do artrogoniômetro posicionado próximo da articulação escápulo-umeral (ponto 14), a haste contendo o transferidor será colocada na direção do raio ósseo do úmero (ponto 15), enquanto a haste móvel será posicionada na direção da borda dorsal da cartilagem da escápula (ponto 12).
Ângulo úmero- radial	AnUR	Centro do artrogoniômetro posicionado próximo da articulação úmero-radial (ponto 15), a haste móvel será posicionada paralela à face lateral do antebraço de forma a seguir seu raio ósseo, enquanto a haste com transferidor será posicionada paralelamente ao braço em direção à articulação escápulo-umeral (ponto 14).
Ângulo metacarpo- falangeano	AnMcF	Centro do artrogoniômetro posicionado na articulação metacarpo-falangeana (ponto 20), a haste com o transferidor será colocada paralela à face lateral da canela anterior de forma a seguir seu raio ósseo (ponto 18), enquanto a haste móvel pequena será colocada paralela à face lateral da quartela, acompanhando o eixo ósseo das falanges (ponto 21).
Ângulo casco anterior	AnCA	Angulador de casco colocado na face palmar do casco, deslocando a haste móvel para a face cranial da pinça do casco.
<b><i>Membro pélvico esquerdo</i></b>		
Ângulo pelve- solo	AnPS	Centro do artrogoniômetro colocado sobre a articulação coxofemoral (ponto anatômico 24), onde a haste contendo o transferidor fica posicionada no plano horizontal, paralela ao solo, enquanto a haste móvel fica posicionada em direção ao centro da tuberosidade ilíaca (ponto anatômico 10).

Ângulo pelve-femoral	AnPF	<p>Centro do artrogoniômetro colocado sobre a articulação coxofemoral (ponto anatômico 24), sendo a haste contendo o transferidor colocada na direção do centro da tuberosidade ilíaca (ponto anatômico 10), enquanto a haste móvel fica na direção da patela (ponto anatômico 26), acompanhando o eixo ósseo do fêmur.</p> <p>Artrogoniômetro utilizado do lado inverso com a marcação dos ângulos voltada para o cavalo. Centro do equipamento</p>
Ângulo fêmur-tíbio-patelar	AnFTP	<p>posicionado próximo da articulação fêmur-tíbio-patelar (ponto anatômico 26), sendo a haste com o transferidor colocada na direção articulação coxofemoral (ponto anatômico 24), enquanto a haste móvel fica na direção do centro da articulação tíbio-tarso-metatarsiana (ponto anatômico 28).</p> <p>Centro do artrogoniômetro posicionado próximo da articulação fêmur-tibial (ponto anatômico 25), sendo a haste com o transferidor colocada na direção do centro da tuberosidade ilíaca (ponto anatômico 10), enquanto a haste móvel fica na direção da perna, acompanhando o eixo ósseo da tíbia (ponto anatômico 28).</p>
Ângulo fêmur-tibial	ANFT	<p>Centro do artrogoniômetro posicionado próximo da articulação tíbio-tarso-metatarsiana (ponto anatômica 28), sendo a haste com o transferidor colocada paralela à face lateral da perna acompanhando seu eixo ósseo (ponto anatômico 27), enquanto a haste móvel fica na face lateral da canela posterior, acompanhando seu eixo ósseo (ponto anatômico 30).</p>
Ângulo tíbia-tarso-metatarsiano	AnTTM	<p>Centro do artrogoniômetro posicionado na articulação metatarso-falangeana (ponto anatômico 30), sendo a haste com o transferidor colocada paralela à face lateral da canela posterior de forma a seguir seu raio</p>
Ângulo metatarso-falangeano	AnMtF	

ósseo (ponto anatômico 29), enquanto a haste móvel pequena fica paralela à face lateral da quartela, acompanhando o eixo ósseo das falanges (ponto anatômico 32).

Ângulo casco posterior	ANCP	Angulador de casco colocado na face plantar do casco, deslocando a haste móvel para a face cranial da pinça do casco.
------------------------	------	---

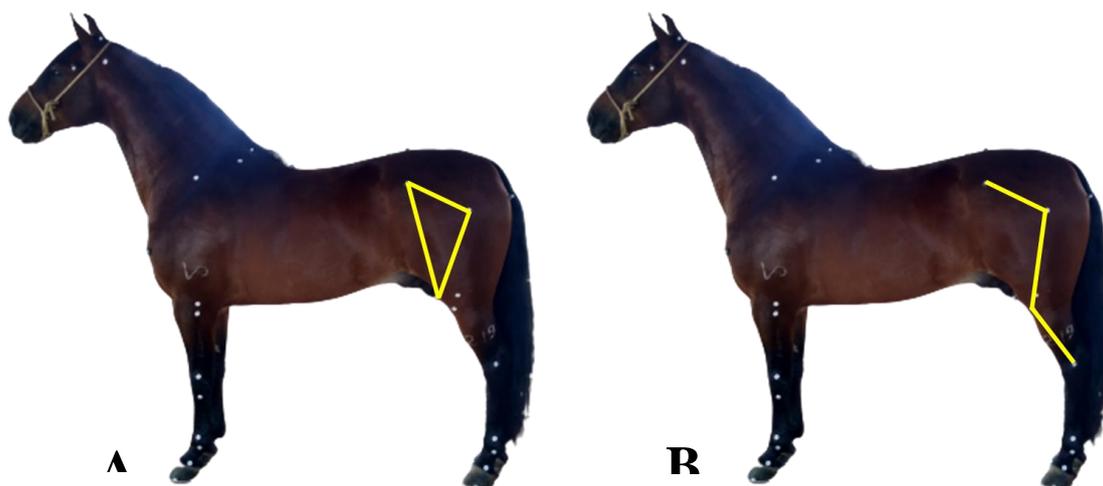
181 Fonte: Adaptado de Moura *et al.* 2020; Santiago, 2013; Lage, 2001.

182

183 Além das mensurações descritas anteriormente, duas outras medidas corporais, chamadas  
 184 popularmente de “triângulo da marcha” e “Z da marcha”, foram estimadas através do  
 185 somatório medidas lineares ilustradas na Figura 2. Estas medidas são associadas de forma  
 186 empírica com qualidade da marcha pelos criadores tradicionais da raça MM, e ainda  
 187 carecem de comprovação científica.

188

189 **Figura 2.** Metodologia para quantificação (em centímetros) do “triângulo da marcha” (A)  
 190 e “Z da marcha” (B) citados empiricamente por criadores de equinos Mangalarga  
 191 Marchador.



192 Legenda: A – somatório linear dos comprimentos anca-fêmur (CAF), fêmur-soldra (CFS) e anca-soldra  
 193 (CAS); B - somatório linear dos comprimentos anca-fêmur (CAF), coxa (CCx) e perna (CP).  
 194  
 195

196 **2.3 Estimativa do peso vivo e cálculo de índices zootécnicos usados para análise**  
197 **funcional dos animais estudados**

198 O peso vivo foi estimado através de uma fórmula especificamente desenvolvida  
199 para equinos MM (Souza *et al.* 2017). Também foram calculados os seguintes índices  
200 zootécnicos citados na literatura para análise da aptidão funcional de equinos (Rezende  
201 *et al.* 2016; Cabral *et al.* 2004; Bortoni, 1990):

- 202 • Índice de relação cernelha e garupa (RCG): Ace (cm) dividida pela AG (cm). Valor  
203 igual a um descreve um animal com membros torácicos e pélvicos de mesmas alturas  
204 (equilíbrio).
- 205 • Índice dáctilo-torácico (IDT): Pca (cm) dividido pelo PT (cm). Onde:  $IDT > 11,5$   
206 (animais hipermétricos destinados à tração);  $10,5 < IDT < 10,8$  (animais eumétricos  
207 destinados à sela);  $IDT < 10,5$  (animais hipométricos considerados de estrutura débil  
208 para sela).
- 209 • Índice corporal (IC): CCo (cm) dividido pelo PT (cm). Onde:  $IC \geq 90$  (animais  
210 longilíneos);  $86 < IC < 88$  (animais mediolíneos);  $IC < 85$  (animais brevilíneos). O  
211 animal longilíneo é mais adequado para atividades esportivas de velocidade (por  
212 exemplo, equinos da raça Puro Sangue Inglês). O equino mediolíneo apresenta  
213 proporções corporais equilibradas, sendo utilizado para atividades de sela (por  
214 exemplo, equinos da raça Mangalarga Marchador). E o animal brevilíneo é robusto  
215 e destina-se a atividades de tração (por exemplo, equinos da raça Bretão).
- 216 • Índice torácico (IT): LP (cm) dividido pelo PT (cm). Onde:  $IT < 0,105$  (animais  
217 longilíneos);  $0,110 < IT < 0,108$  (animais mediolíneos);  $IT > 0,115$  (animais  
218 brevilíneos).

- 219 • Índice de conformação (ICF): PT elevado ao quadrado dividido pela Ace. Onde: ICF  
220 < 2,1125 (animais selecionados para sela); ICF > 2,1125 (animais voltados para  
221 tração).
- 222 • Índice de carga 1 (ICG1): PT (cm) elevado ao quadrado e multiplicado pela  
223 constante 56, dividido pela Ace. Índice zootécnico usado para estimativa do peso  
224 que o animal pode suportar sem esforço exagerado sobre o dorso, trabalhando a trote  
225 ou a galope (em kg).
- 226 • Índice de carga 2 (ICG2): PT (cm) elevado ao quadrado e multiplicado pela  
227 constante 95, dividido pela Ace (cm). Índice zootécnico usado para estimativa do  
228 peso que o animal pode suportar sem esforço exagerado sobre o dorso, trabalhando  
229 a passo (em kg).
- 230 • Índice corporal relativo (ICR): CCo(cm) multiplicado pela constante 100 e dividido  
231 pela Ace (cm).
- 232 • Índice de compacidade 1 (ICO1): peso vivo estimado dividido pela Ace (cm),  
233 dividindo-se esta relação por 100. Onde: ICO1 > 3,15 (animais para tração pesada):  
234 ICO1 ≈ 2,75 (animais para tração leve); ICO1 ≈ 2,60 (animais destinados para sela).
- 235 • Índice de compacidade 2 (ICO2): peso vivo estimado dividido pela Ace (cm),  
236 subtraída do valor 1, e dividindo-se esta relação por 100. Animais de tração pesada  
237 apresentam ICO2 > 9,5 (animais de tração pesada); 8,0 < ICO2 < 9,5 (animais de  
238 tração leve); 6,0 < ICO2 < 7,75 (animais destinados para sela).
- 239 • Índice de carga na canela (ICC): Pca (cm), dividido pelo peso vivo, sendo o resultado  
240 multiplicado por 100.

#### 241 **2.4 Pontuações de morfologia e marcha dos animais estudados**

242 As pontuações da morfologia e da marcha dos animais usados no presente estudo  
243 foram cedidas pelo setor de registro genealógico da ABCCMM. No padrão racial do MM  
244 disponível em <[Padrão racial do Mangalarga Marchador](#)> estão descritos detalhadamente  
245 os critérios e regras realizados para aprovação final dos cavalos MM considerados aptos  
246 para inclusão no registro genealógico definitivo desta instituição.

247

#### 248 **2.5 Análise Estatística**

249 Uma das exigências para a redução de dimensionalidade por meio da análise de  
250 componentes principais (PCA) é a detecção de correlações, pelo menos próximas a  
251 moderadas (0,5 ou mais; -0,5 ou menos), entre as variáveis. O coeficiente de correlação  
252 de Pearson tem sido amplamente utilizado para a seleção de variáveis, devido à sua  
253 simplicidade e por auxiliar no reconhecimento do grau de correlação entre variáveis de  
254 entrada e saída (Jayaweera & Aziz, 2018).

255 Em seguida procedeu-se à análise de componentes principais para cada  
256 subconjunto de fenótipos selecionados (medidas lineares, angulares e índices  
257 zootécnicos), retendo os componentes que, juntos, explicassem ao menos 70% da  
258 variância total (Jolliffe & Cadima 2016; Nema Salema & Sahar Hussein, 2019; Rencher,  
259 2002).

260 Ao final do presente estudo, foi realizada outra PCA para comparar se os escores  
261 obtidos na primeira dimensão de cada parâmetro estudado eram coerentes com a  
262 qualificação feita através das notas subjetivas referentes à pontuação da morfologia e da  
263 marcha obtidas na prática do registro genealógico dos equinos estudados.

264 As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core  
265 Team, 2022), versão 4.2.1

## 266 **3 RESULTADOS**

### 267 *3.1 Rastreamento das variáveis para PCA (matrizes de correlação)*

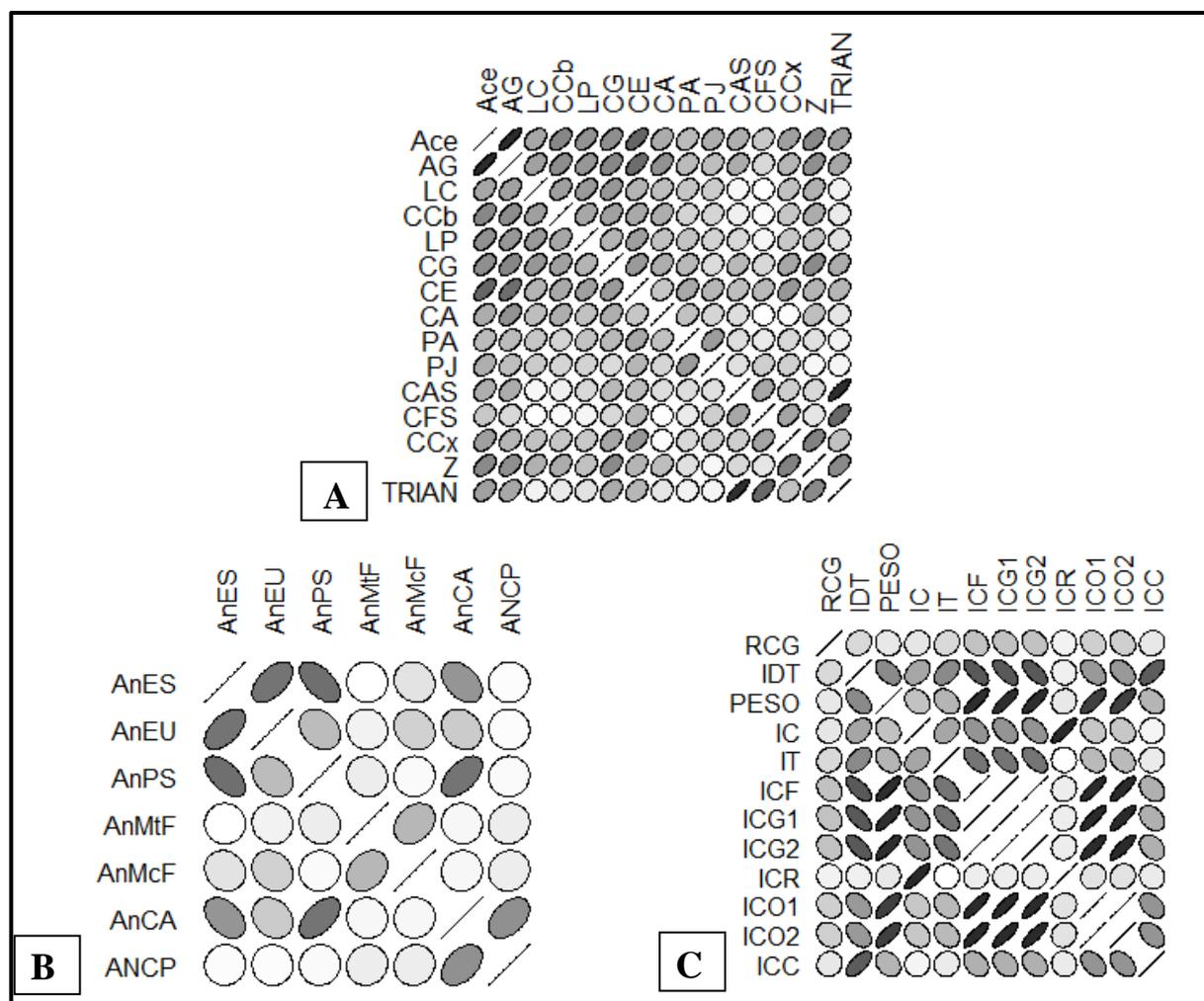
268 Do total de medidas lineares, 41,67% (15), apresentam correlações positivas de  
269 moderada a alta magnitude. Sendo os maiores valores observados para: Ace e AG (0,83),  
270 Ace e CE (0,61), CE e AG (0,58), CAS e TRIAN (0,82), CFS e TRIAN (0,60), CCx e  
271 TRIAN (0,50).

272 No caso das medidas angulares, 58,33% (7) foram selecionadas, sendo os maiores  
273 valores (0,55 a -0,57), observadas entre: AnES e AnEU, AnES e AnPS, AnPS e AnCA.  
274 Todas foram positivas, exceto entre AnES e AnPS.

275 Todos os índices zootécnicos calculados apresentam correlações significativas,  
276 sendo os maiores valores observados para: ICG1e ICF (1); ICG2 com os ICG1, ICF (1);  
277 ICO1 e ICO2 (1); ICO1, ICO2 com os ICF, ICG1, ICG2 (0,83); Peso com os ICF, ICG1,  
278 ICG2 (0,82).

279 Para interpretação das matrizes ilustradas na Figura 3, as formas semelhantes a  
280 elipses mais alongadas e preenchidas possuem correlação mais forte entre as variáveis  
281 representadas. Ao contrário, se a forma for mais próxima a um círculo e sem  
282 preenchimento, esta correlação é fraca ou nula. E a direção de cada forma indica a direção  
283 da correlação entre as variáveis: positiva quando inclinada para a direita; negativa quando  
284 para a esquerda.

285 **Figura 3.** Representação gráfica das matrizes de correlação significativas entre as  
 286 medidas lineares (A), medidas angulares (B) e índices zootécnicos para análise funcional  
 287 (C) observadas em uma subpopulação de equinos Mangalarga Marchador.

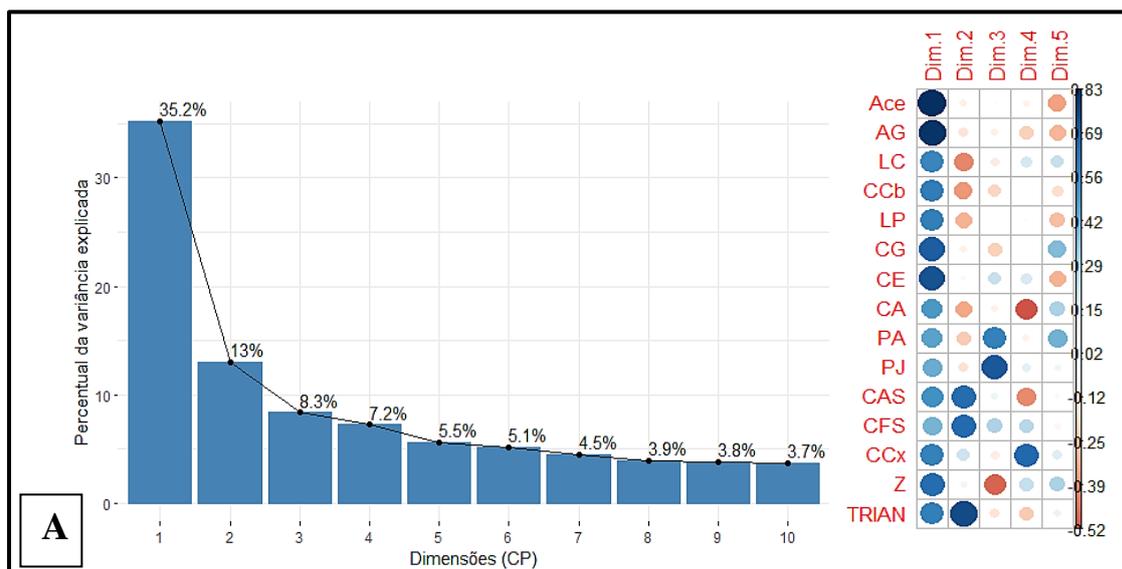


288 Legenda: Figura 3A: Ace - altura de11 cernelha, AD - altura do dorso, AG - altura da garupa, Acc - altura  
 289 no costado, LC - largura da cabeça, CCb - comprimento da cabeça, LP - largura do peito, CG - comprimento  
 290 da garupa, CE - comprimento da espádua, CA - comprimento do antebraço, PA - perímetro do antebraço,  
 291 PJ - perímetro do joelho, CAS - comprimento anca-soldra, CFS - comprimento fêmur-soldra, CCx -  
 292 comprimento da coxa, Z - “Z da marcha”, TRIAN - “triângulo da marcha”. Figura 3B: AnES - ângulo  
 293 escápulo-solo, AnEU - ângulo escápulo-umeral, AnPS - ângulo pelve-solo, AnMtF - ângulo metatarso-  
 294 falangeano, AnMcF - ângulo metacarpo-falangeano, AnCA - ângulo casco anterior, ANCP - ângulo casco  
 295 posterior. Figura 3C: RCG - índice de relação cernelha e garupa, IDT - índice dátilo-torácico, P - peso, IC  
 296 - índice corporal, IT - índice torácico, ICF - índice de conformação, ICG1 - índice de carga 1, ICG2 - índice  
 297 de carga 2, ICR - índice corporal relativo, ICO1 - índice de compacidade 1, ICO2 - índice de compacidade  
 298 2, ICC - índice de carga na canela.  
 299

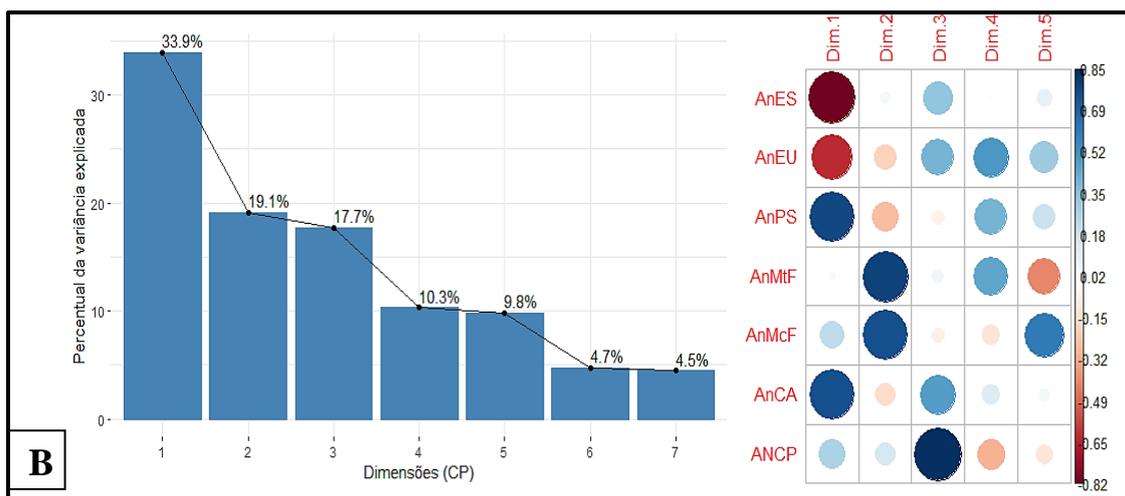
300 **3.2 Sumarização dos dados fenotípicos estudados através da modelagem estatística por**  
 301 **PCA**

302 Para as medidas lineares (Figura 4A) a retenção dos cinco primeiros componentes  
 303 é suficiente para descrever 69,2% da variabilidade total. No que se refere às medidas  
 304 angulares (Figura 4B) a retenção de três dimensões foi suficiente para descrever 70,7%  
 305 da variabilidade total dos dados. Em relação aos índices zootécnicos (Figura 4C) 68,4%  
 306 da variabilidade dessas variáveis foi explicada por apenas dois PCs.

307 **Figura 4.** Percentual (barras) e cargas (círculos) das variáveis de cada componente  
 308 principal retida e que explicaram aproximadamente 70% da variância acumulada para  
 309 mensurações lineares (A), as angulares (B) e peso e índices zootécnicos (C) observados  
 310 em equinos adultos Mangalarga Marchador.

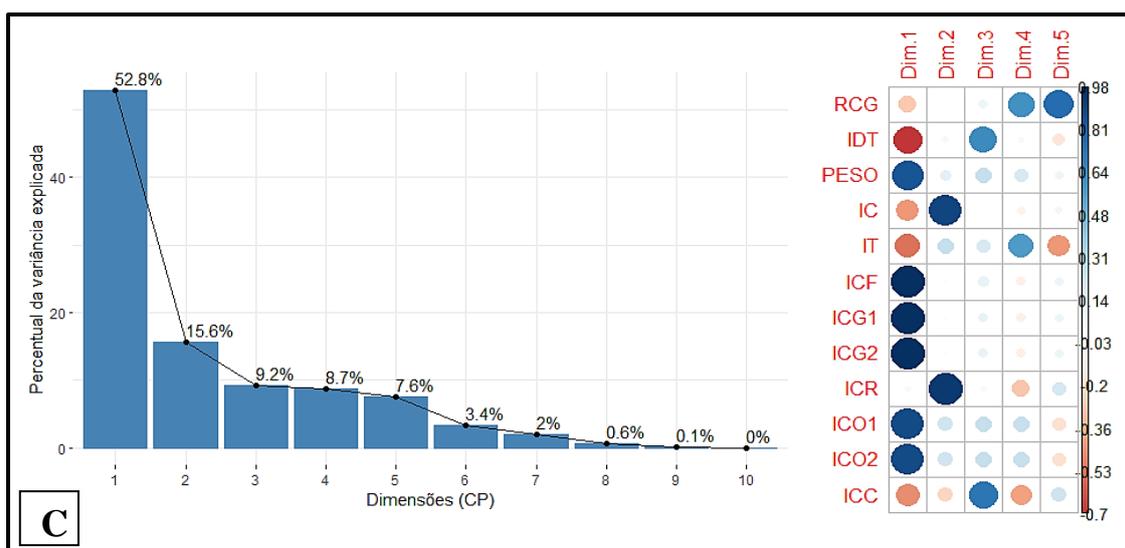


311 Legenda: Figura 4A: Ace - altura de cernelha, AD - altura do dorso, AG - altura da garupa, LC - largura da  
 312 cabeça, CCb - comprimento da cabeça, LP - largura do peito, CG - comprimento da garupa, CE -  
 313 comprimento da espádua, CA - comprimento do antebraço, PA - perímetro do antebraço, PJ - perímetro do  
 314 joelho, CAS - comprimento anca-soldra, CFS - comprimento fêmur-soldra, CCx - comprimento da coxa, Z  
 315 - "Z da marcha", TRIAN - "triângulo da marcha".



316 Legenda: Figura 4B: AnES - ângulo escápulo-solo, AnEU - ângulo escápulo-umeral, AnPS - ângulo pelve-  
 317 solo, AnMtF - ângulo metatarso-falangeano, AnMcF - ângulo metacarpo-falangeano, AnCA - ângulo do  
 318 casco anterior, ANCP - ângulo casco posterior.

319 Legenda: Figura 4C: RCG - índice de relação cernelha e garupa, IDT - índice dáctilo-torácico, P - peso, IC-  
 320 índice corporal, IT - índice torácico, ICF - índice de conformação, ICG1 - índice de carga 1, ICG2 - índice  
 321 de carga 2, ICR - índice corporal relativo, ICO1 - índice de compacidade 1, ICO2 - índice de compacidade



322 2, ICC - índice de carga na canela.

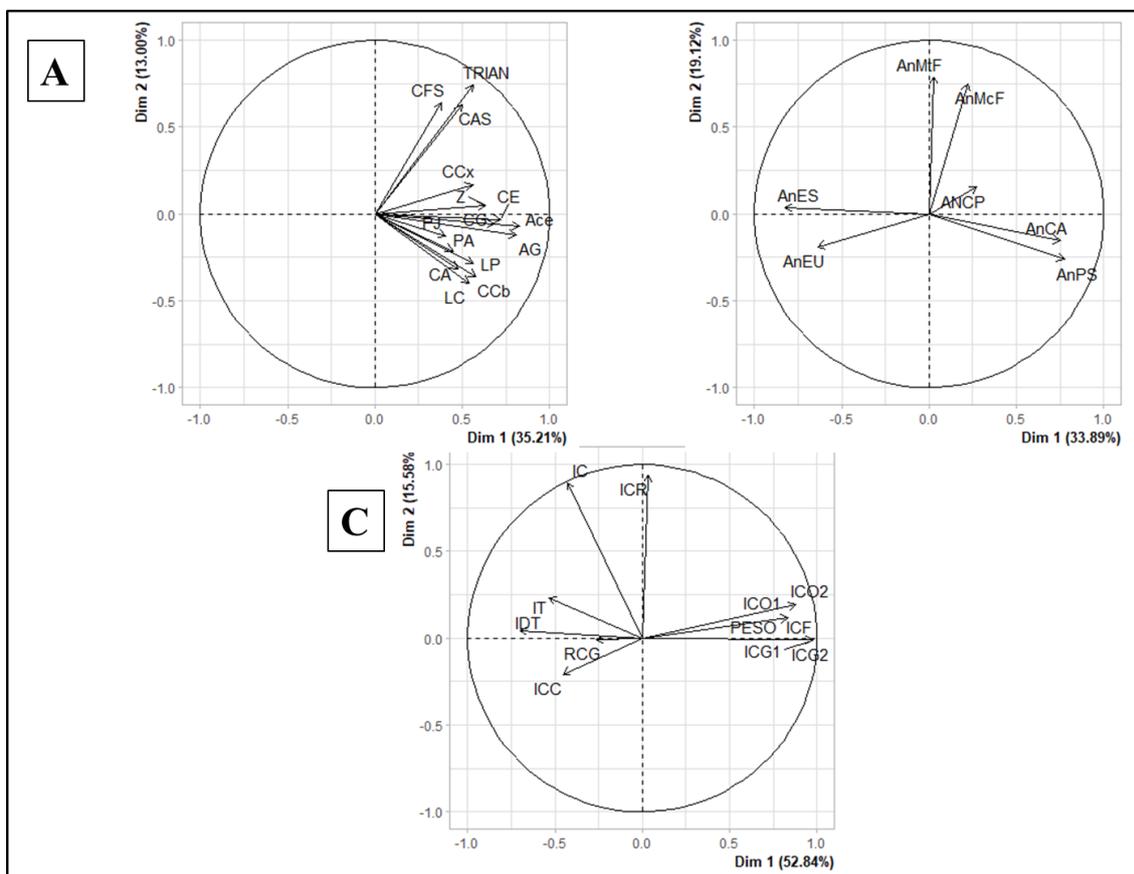
323

324

### 325 3.3 Autovetores dos parâmetros estudados através da modelagem estatística por PCA

326 A projeção de cada vetor nos eixos mostra a magnitude da associação da variável  
 327 com o respectivo componente principal para as medidas lineares (Figura 5A), às angulares  
 328 (Figura 5B) e os índices zootécnicos (Figura 5C).

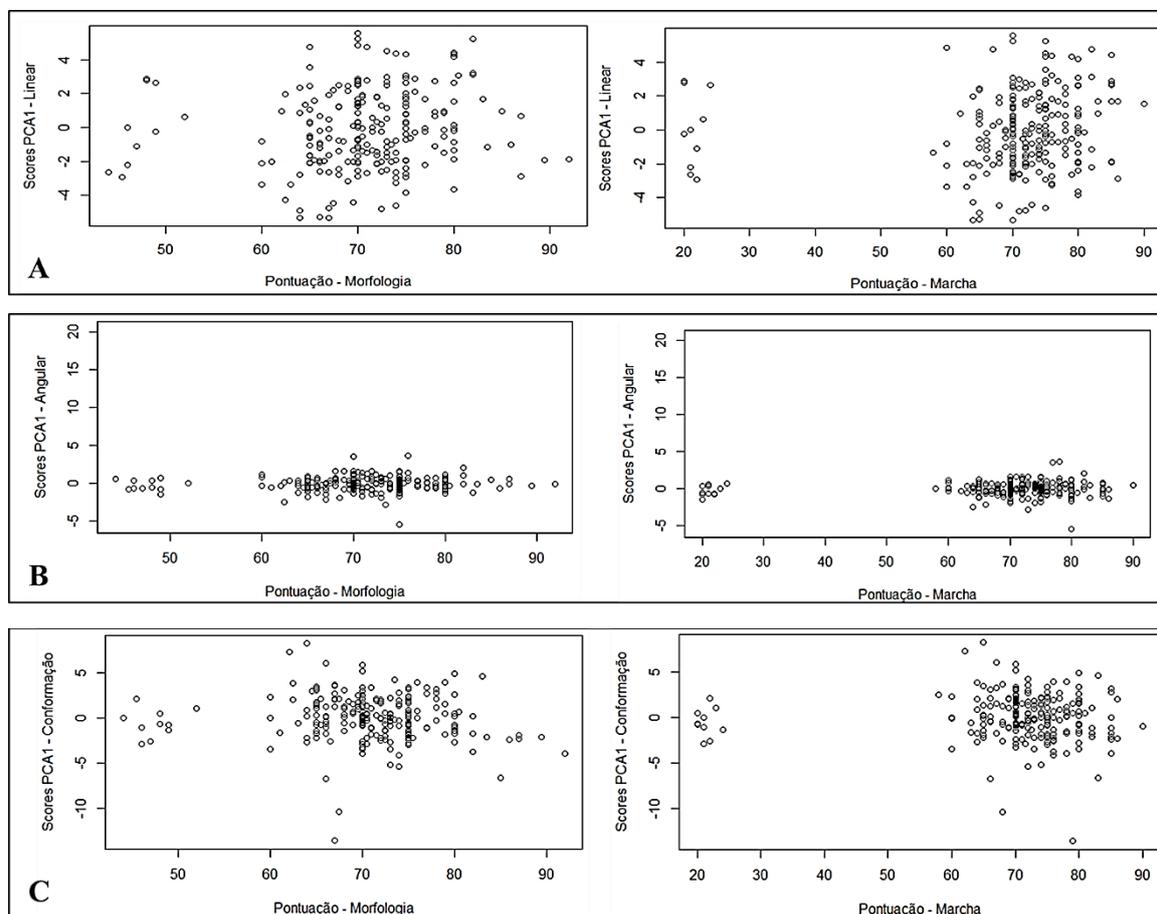
329 **Figura 5.** Autovetores das características morfométricas para as medidas lineares (A),  
 330 para as angulares (B) e para os índices zootécnicos (C) com as maiores contribuições para  
 331 cada dimensão dos componentes principais observados em equinos adultos Mangalarga  
 332 Marchador.



333 Legenda: Figura 5A: Ace - altura de cernelha, AD - altura do dorso, AG - altura da garupa, LC – largura da  
 334 cabeça, CCb - comprimento da cabeça, LP - largura do peito, CG - comprimento da garupa, CE -  
 335 comprimento da espádua, CA - comprimento do antebraço, PA - perímetro do antebraço, PJ – perímetro do  
 336 joelho, CAS - comprimento anca-soldra, CFS - comprimento fêmur-soldra, CCx - comprimento da coxa, Z  
 337 – “Z da marcha”, TRIAN – “triângulo da marcha”. Figura 5B: AnES - ângulo escapulo-solo, AnEU - ângulo  
 338 escapulo-umeral, AnPS - ângulo pelve-solo, AnMtF - ângulo metatarso-falangeano, AnMcF - ângulo  
 339 metacarpo-falangeano, ANCP - ângulo casco posterior. Figura 5C: RCG - índice de relação cernelha e  
 340 garupa, IDT - índice dáctilo-torácico, P - peso, IC - índice corporal, IT – índice torácico, ICF - índice de  
 341 conformação, ICG1 - índice de carga 1, ICG2 - índice de carga 2, ICR – índice corporal relativo, ICO1 -  
 342 índice de compacidade 1, ICO2 - índice de compacidade 2, ICC - índice de carga na canela.  
 343

344 Não houve relação entre os escores de cada característica da PC1, e a nota dada  
 345 subjetivamente aos equinos MM para a pontuação da morfologia e da marcha conforme  
 346 ilustrado na Figura 6, para as medidas lineares (6A), para as angulares (6B) e para os  
 347 índices zootécnicos (6C)

348 **Figura 6.** Escores das características morfométricas do PC1 para as medidas lineares (A),  
 349 para as angulares (B) e para os índices zootécnicos (C) associadas as pontuações da  
 350 morfologia e da marcha observados em equinos adultos Mangalarga Marchador.



351

## 352 4 DISCUSSÃO

353 Na literatura disponível e consultada, a maioria dos estudos relacionados com a  
 354 caracterização e/ou avaliação fenotípica da raça MM, não incluiu uma quantidade tão  
 355 expressiva de medidas corporais e demais índices zootécnicos. Por exemplo: 18 medidas  
 356 lineares (Sellani *et al.* 2020), 20 medidas lineares e 9 medidas angulares (Gonçalves  
 357 2018), 24 medidas lineares e 9 medidas angulares (Barcelos, 2016), 12 medidas lineares  
 358 (Santiago *et al.* 2016), 12 medidas lineares em 2014a e 22 medidas lineares e 9 medidas  
 359 angulares em 2014b (Santiago *et al.* 2014a, 2014b), 14 medidas lineares (Maruch, 2013),  
 360 8 medidas lineares (Gonçalves *et al.* 2012), 12 medidas lineares e 11 medidas angulares

361 (Lage *et al.* 2009), 25 medidas lineares e 7 medidas angulares (Pinto *et al.* 2008; Pinto *et al.* 2005), 12 medidas lineares (Zamborlini *et al.* 1996) e 12 medidas lineares (Barbosa  
362 (1993). Em todos esses estudos estavam incluídas as 12 medidas obtidas obrigatoriamente  
363 no ato do registro genealógico definitivo da ABCCMM.  
364

365 A quantidade de medidas avaliadas neste estudo permitiu uma análise mais  
366 detalhada e completa dos animais MM. Pois, todas as 15 medidas lineares incluindo as  
367 duas inéditas (Z, TRIAN) sumarizadas no PC1 tiveram contribuição positiva. O que  
368 indica um aumento da variação no tamanho do corpo dos equinos bem como as  
369 características relacionadas com a capacidade de suportar o peso e tamanho corporal dos  
370 animais. Entre elas apenas seis (Ace, AG, LC, CCb, CE, CG) são de caráter impositivo  
371 para fins de registro genealógico definitivo no MM. A inclusão dessas medidas adicionais  
372 pode mudar a maneira como os estudos futuros serão conduzidos, possibilitando a  
373 compreensão mais apurada das características morfofuncionais de equinos.

374 Aplicação da PCA em conjuntos de características morfofuncionais no MM é  
375 escassa. Identificamos que os estudos de Sellani *et al.* (2020), Meira *et al.* (2013) e Pinto  
376 *et al.* (2005) utilizaram a PCA em dados fenotípicos de potros MM. Os autores relataram  
377 que a PCA auxiliou na identificação de medidas que não contribuíam significativamente  
378 para a variação total ou que estavam fortemente correlacionadas com outras variáveis de  
379 maior relevância. Isso, em termos práticos, poderia resultar na economia significativa de  
380 tempo e recursos, sem perda substancial de informação.

381 As variações observadas nas mensurações lineares e angulares deste estudo,  
382 podem ser atribuídas ao processo histórico de desenvolvimento do MM, conforme  
383 sugerido por Santiago *et al.* (2016). Costa *et al.* (2005) relataram que, a princípio, os  
384 criadores escolhiam os animais com base nas suas preferências e interesses, com intuito  
385 de fixar características específicas que arremettessem ao seu criatório, que de tal modo,

386 implicariam diretamente na qualidade da marcha. Isso resultou em uma população de  
387 animais pouco definida, tanto fenotípica como geneticamente.

388 As variações fenotípicas podem ser atribuídas também às diferentes funções em  
389 que os animais MM são utilizados, tais como trabalho campo, lazer e esportes (Costa *et*  
390 *al.* 2004). Outro fato é que o MM também se adaptou a diferentes ambientes no território  
391 brasileiro onde é criado. Isso refletiu na conformação dos animais, pois, ela é  
392 frequentemente moldada para se adequar a diferentes condições climáticas e geográficas,  
393 como observado por Lage *et al.* (2009) e Zamborlini *et al.* (1996).

394 Para uma possível melhoria do registro genealógico na ABCCMM, seria  
395 interessante incluir as medidas como largura do peito, comprimento do antebraço,  
396 perímetro do joelho, comprimento do fêmur-soldra, comprimento da anca-soldra e  
397 comprimento da coxa cujo valores sofreram variações relevantes no presente estudo.

398 As mensurações angulares, no momento elas não são aferidas por técnicos  
399 credenciados pela ABCCMM para o registro genealógico definitivo, sendo apenas  
400 avaliadas indiretamente e de forma subjetiva por meio das pontuações da morfologia e  
401 marcha. São observados os comprimentos das bases anatômicas bem como suas direções.  
402 A menor acurácia desta forma de avaliação quando comparada à adoção de métodos  
403 objetivos possivelmente influenciou na falta de padronização nesses segmentos.

404 Dependendo das necessidades do criador ou da finalidade do cavalo, os cálculos  
405 de índices zootécnicos para análise da aptidão funcional podem ser utilizados visando  
406 selecionar indivíduos marchadores com características morfológicas e biomecânicas que  
407 se adequem às funções específicas desejadas, como equitação, trabalho, esportes e/ou  
408 lazer (Rezende *et al.* 2016). Há uma carência de literatura científica que buscou validar  
409 valores de referência dos índices zootécnicos calculados para animais adultos MM. No  
410 presente estudo esses índices foram calculados usando, em sua maioria, a altura de

411 cernelha (Ace), largura do peito (LP) e o perímetro torácico (PT). A Ace e a LP foram  
412 sumarizadas no primeiro componente principal da PCA. A LP não é aferida entre as  
413 mensurações corporais obrigatórias para o registro genealógico de equinos na ABCCMM,  
414 sugerindo novamente a necessidade de revisão sobre quais variáveis morfométricas  
415 podem contribuir na padronização fenotípica de índices zootécnicos e colaborar em  
416 futuros estudos visando melhorar os critérios de seleção de equinos com andamento a  
417 quatro tempos.

418 Nas análises das mensurações lineares, angulares, peso e índices zootécnicos,  
419 esperava-se encontrar uma associação entre os índices calculados no PC1 e as notas  
420 atribuídas por um avaliador especializado aos animais. Entretanto os animais com  
421 conformações quase idênticas, segundo critérios objetivos, receberam avaliações  
422 discrepantes. As divergências entre os escores das características morfométricas  
423 sumarizadas no PC1 e as pontuações da marcha e morfologia do registro genealógico  
424 definitivo sugerem que a prática atual é pouco sensível para distinguir a conformação e a  
425 marcha dos animais selecionados como reprodutores.

426 Logo estes resultados corroboram com o estudo de Borowska & Lewczuk (2023).  
427 Em que as autoras compararam os sistemas tradicionais e subjetivos de julgamento de  
428 100 pontos com mensurações lineares para encontrar características específicas em éguas  
429 Warmblood de adestramento e salto. As autoras identificaram que a avaliação do biotipo  
430 funcional dos equinos através de mensurações morfométricas é mais significativa para a  
431 pontuação do que na avaliação subjetiva de 100 pontos, pois os animais apresentaram  
432 variações do comprimento da espádua, comprimento do lombo e no formato da garupa,  
433 que resultaram em éguas de adestramento com melhor movimentação no passo e no  
434 galope sendo, morfologicamente, mais equilibrados do que as de salto. Essas diferenças  
435 não foram evidenciadas na avaliação subjetiva de 100 pontos pois esta não permite o

436 incremento de descrições, ou seja, o quão grande ou pequeno é. O que torna a avaliação  
437 através da morfometria uma prática recomendável para a criação e julgamento de equinos.

438 Logo, estas evidências nos sugerem uma reavaliação para o aprimoramento no  
439 processo de avaliação morfofuncional dos animais da raça MM. A inclusão de medidas  
440 que se mostraram relevantes na PCA pode proporcionar uma visão mais abrangente e  
441 apurada, contribuindo para acasalamentos mais precisos. Esse acréscimo pode beneficiar  
442 a raça aprimorando os critérios de seleção de equinos marchadores, assim, abrindo  
443 caminhos para investigações adicionais.

## 444 **5 CONCLUSÃO**

445 A baixa associação dos escores calculados na PCA para as variáveis  
446 morfométricas com as notas subjetivas para as pontuações de morfologia e marcha, aliado  
447 ao fato de que apenas seis das 12 medidas lineares obrigatórias no processo de registro  
448 genealógico foram relacionadas com a variabilidade dos animais estudados, sugere uma  
449 revisão da atual sistemática visando melhorar a sensibilidade na busca de características  
450 fenotípicas de interesse para garantia do padrão racial vigente.

## 451 **6 REFERÊNCIAS**

452 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DO CAVALO MANGALARGA

453 MARCHADOR. História da ABCCMM. Disponível em:

454 <http://www.abccmm.org.br/quemsomos>. Acesso em: 20 out. 2023.

455

456 BAENA, Marielle Moura et al. Population structure and genetic diversity of

457 Mangalarga Marchador horses. **Livestock Science**, v. 239, p. 104109, 2020.

458 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104109>

459

- 460 BAENA, MARIELLE MOURA. **Population Structure and Genetic Characterization**  
461 **of the Mangalarga Marchador Horse Breed**. 2019.  
462
- 463 BARBOSA, C.G. **Estudo morfométrico na raça Mangalarga Marchador. Uma**  
464 **abordagem multivariada** 1993. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -  
465 Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.  
466
- 467 BARCELOS, KATE MOURA DA COSTA. **Estudo morfométrico e do**  
468 **desenvolvimento de potros campeões da raça Mangalarga Marchador**. 2016.  
469
- 470 BECK, Sérgio Lima. **Mangalarga Marchador: caracterização, história e seleção** -  
471 Brasília: Edição dos autores, 1992.  
472
- 473 BOROWSKA, Alicja; LEWCZUK, Dorota. Comparison of Conformation and  
474 Movement Characteristics in Dressage and Jumping Sport Warmblood Mares Based on  
475 Point Evaluation and Linear Scoring System. **Animals**, v. 13, n. 19, p. 3101, 2023.  
476 <https://doi.org/10.3390/ani13193101>  
477
- 478 BORTONI, R. F. O Mangalarga Marchador e os outros cavalos de sela no Brasil.  
479 **Grupo Rotal**, Uberaba, 1990.  
480
- 481 BORTONI, Rosalbo. O Mangalarga Marchador e os outros cavalos de sela no Brasil.  
482 Uberaba: **Grupo Rotal Ltda**, 1991.

483 BROOKS, S. A. et al. Morphological variation in the horse: defining complex traits of  
484 body size and shape. **Animal Genetics**, v. 41, p. 159-165, 2010.

485 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02127.x>

486

487 BUSSIMAN, Fernando de Oliveira. **Avaliação genética de cavalos Campolina: do**  
488 **pedigree à possibilidade de seleção genômica**. 2021.

489

490 CABRAL, Grasielle Coelho et al. Avaliação morfométrica de eqüinos da raça  
491 Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. **Revista**  
492 **Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1798-1805, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516->

493 35982004000700018

494

495 CAMARGO, M. D., & CHIEFFI, A. (1971). **Ezoognósia**. São Paulo: CPA/Intituto  
496 de Zootecnia.

497

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

500

501 CASIUCH, RL As costelas do abismo: a história do cavalo real: os mais influentes  
502 garanhões do século XX na raça Mangalarga Marchador. São Paulo: **Essential Idea**, p.  
503 13-35, 2016.

504

505 COSTA, M. D. et al. Caracterização demográfica da raça Mangalarga Marchador.

506 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 687-690, 2004.

507 <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000500020>

- 508 DE OLIVEIRA BUSSIMAN, Fernando et al. Reduced rank analysis of morphometric  
509 and functional traits in Campolina horses. **Journal of Animal Breeding and Genetics**,  
510 v. 139, n. 2, p. 231-246, 2022. <https://doi.org/10.1111/jbg.12658>  
511
- 512 GNAGEY, L.; CLAYTON, H. M.; LANOVAZ, J. L. Effect of standing tarsal angle on  
513 joint kinematics and kinetics. **Equine veterinary journal**, v. 38, n. 7, p. 628-633, 2006.  
514 <https://doi.org/10.2746/042516406X159043>  
515
- 516 GONÇALVES FONSECA, M.; SILVATTI, A.; LAGE, J. Kinematics of marcha picada  
517 of Mangalarga Marchador horses with AA and AC genotypes of DMRT3. **Comp.**  
518 **Exerc. Physiol**, v. 14, p. S51, 2018. <https://doi.org/10.3920/cep2018.s1>  
519
- 520 GONÇALVES, R. W. et al. Efeito da endogamia sobre características morfológicas  
521 em cavalos da raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina**  
522 **Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 419-426, 2012. [https://doi.org/10.1590/S0102-](https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200023)  
523 [09352012000200023](https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200023)  
524
- 525 JAYAWEERA, C. D.; AZIZ, N. Reliability of Principal Component Analysis and  
526 Pearson Correlation Coefficient, for Application in Artificial Neural Network Model  
527 Development, for Water Treatment Plants. IOP Conf. Ser.: **Master. Sci. Eng.** 458,  
528 2018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/458/1/012076>  
529
- 530 JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, J. Principal component analysis: a review and recent  
531 developments. **Phil. Trans. R. Soc.** A374, 2016. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>

- 532 LAGE, M. C. G. R. **Caracterização morfométrica, dos aprumos e do padrão de**  
533 **deslocamento de equinos da raça Mangalarga Marchador e suas associações com a**  
534 **qualidade da marcha.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.  
535
- 536 LAGE, M. C. G. R. et al. Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da  
537 raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
538 **Zootecnia**, v. 61, p. 968-979, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000400027>  
539
- 540 MARUCH, SUZANA et al. **Estudo de características morfométricas em equinos**  
541 **Mangalarga Marchador por meio de modelo animal e componentes principais.**  
542 2018.  
543
- 544 MEIRA, C. T. et al. Seleção de características morfofuncionais de cavalos da raça  
545 Mangalarga Marchador por meio da análise de componentes principais. **Arquivo**  
546 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1843-1848, 2013.  
547 <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000600036>  
548
- 549 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA.  
550 Tamanho e Distribuição da Tropa. In: **Revisão do Estudo do Complexo do**  
551 **Agronegócio do Cavalo.** Brasília, 2016, 56p.  
552
- 553 MISHRA, Sidharth Prasad et al. Multivariate statistical data analysis-principal  
554 component analysis (PCA). **International Journal of Livestock Research**, v. 7, n. 5, p.  
555 60-78, 2017. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170415115235>  
556

- 557 MISK, Mario Ferreira et al. Cavalo Mangalarga Marchador no Brasil: **Apreçamento,**  
558 **Política de Risco e Estratégias de Criação.** 2015.  
559
- 560 MOURA, Raquel Silva de et al. **Revisión de puntos anatomo-topográficos y análisis**  
561 **morfológico por cinemática 2D de equinos Mangalarga Marchador.** 2020.  
562
- 563 MUSTEFA, A., Engdawork, A., Sinke, S., & Hailu, A. (2022, April). Phenotypic  
564 characterization of Gesha horses in southwestern Ethiopia. **In Genetic Resources** (Vol.  
565 3, No. 5, pp. 36-50). <https://doi.org/10.46265/genresj.KPIL8781>.  
566
- 567 NASCIMENTO, J.F. **Mangalarga marchador: tratado morfofuncional.** Belo  
568 **Horizonte:** ABCCMM, 1999. 577p.  
569
- 570 NICODEMUS, M. C.; HOLT, K. M.; SWARTZ, K. Relationship between velocity and  
571 temporal variables of the flat shod running walk. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n.  
572 S34, p. 340-343, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05444.x>  
573
- 574 NICODEMUS, Molly C.; CLAYTON, Hilary M. Temporal variables of four-beat,  
575 stepping gaits of gaited horses. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 80, n. 2, p. 133-  
576 142, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00219-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00219-8)  
577
- 578 PAKSOY, Yavuzkan; ÜNAL, Necmettin. Multivariate analysis of morphometry effect  
579 on race performance in Thoroughbred horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48,  
580 2019. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180030>

- 581 PINTO, L. F. B; ALMEIDA, FQ; QUIRINO, CR et al. Análise multivariada das  
582 medidas morfométricas de potros da raça Mangalarga Marchador: análise de  
583 componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 589-599, 2005.  
584 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200030>  
585
- 586 R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R  
587 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [https://www.R-](https://www.R-project.org/)  
588 [project.org/](https://www.R-project.org/).  
589
- 590 REZENDE, Marcos Paulo Gonçalves et al. Conformação corporal de equinos de  
591 diferentes grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, p. 316-326, 2016.  
592 <https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i321194>  
593
- 594 Ribeiro, D. B. 1988. O cavalo de raças, qualidade e defeitos. **Editora Globo Rural**, Rio  
595 de Janeiro.  
596
- 597 RIBEIRO, R. A. et al. Curva de crescimento em altura na cernelha de equinos da raça  
598 Mangalarga Marchador considerando-se heterocedasticidade. **Arquivo Brasileiro de**  
599 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 272-278, 2018.  
600 <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9322>  
601
- 602 SANTIAGO, J. M. et al. Comparação entre as medidas morfométricas de equinos  
603 Mangalarga Marchador de marcha batida e marcha picada. **Arquivo Brasileiro de**  
604 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 635-639, 2014.  
605 <https://doi.org/10.1590/1678-41626870>

606 SANTIAGO, JULIANO et al. Evolution of morphometric measures in the Mangalarga  
607 Marchador breed. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 191-199, 2016.

608 <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n122rc>

609

610 SANTIAGO, Juliano Martins et al. Comparação entre as medidas morfométricas do  
611 rebanho atual de machos Mangalarga Marchador e dos campeões da raça. **Boletim de**  
612 **Indústria Animal**, v. 70, n. 1, p. 46-52, 2013. <https://doi.org/10.17523/bia.v70n1p46>

613

614 SANTIAGO, Juliano Martins et al. Evolução das medidas morfométricas da raça  
615 Mangalarga Marchador. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 191-199, 2016.

616 <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n122rc>

617

618 SANTIAGO, Juliano Martins. **Caracterização morfométrica da raça Mangalarga**  
619 **Marchador**. 2013.

620

621 SCHADE, Jackson et al. The influence of the metacarpophalangeal joint angle on the  
622 transversal area and mean echogenicity of the superficial digital flexor tendon and  
623 suspensory ligament in gaited horses. **Journal of equine science**, v. 32, n. 4, p. 135-

624 141, 2021. <https://doi.org/10.1294/jes.32.135>

625

626 SELLANI, Mariana de Castro et al. Principal component analysis of linear measures of  
627 young horses national champions of Mangalarga Marchador breed. **Ciência Rural**, v.

628 50, p. e20200258, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200258>

- 629 SOUZA, Felipe Amorim Caetano et al. Nonlinear modeling growth body weight of  
630 Mangalarga Marchador horses. **Ciência Rural**, v. 47, 2017.  
631 <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160636>  
632
- 633 SOUZA, Felipe Amorim Caetano de et al. Morphometric characteristics of the  
634 Mangalarga Marchador horse breed determined by nonlinear models. **Pesquisa**  
635 **Agropecuária Brasileira**, v. 54, 2019. [https://doi.org/10.1590/S1678-](https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01145)  
636 [3921.pab2019.v54.01145](https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01145)  
637
- 638 SOUZA, Felipe Amorim Caetano de et al. Estimation methods and correction factors  
639 for body weight in Mangalarga Marchador horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.  
640 46, p. 903-909, 2017.  
641
- 642 SPLAN, R. K.; HUNTER, H. B. Temporal variables of the canter of the Tennessee  
643 Walking Horse. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 1, n. 1, p. 41-44,  
644 2004. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017001200005>  
645
- 646 STAIGER, Elizabeth A. et al. Morphological variation in gaited horse breeds. **Journal**  
647 **of Equine Veterinary Science**, v. 43, p. 55-65, 2016.  
648 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.04.096>  
649
- 650 TEIXEIRA, Cristian Silva. **Parâmetros e tendências genéticas de características**  
651 **morfológicas e de andamento em equinos da raça Mangalarga Marchador**. 2019.  
652

- 653 Torres, A. P. and Jardim, W. R. 1981. **Criação do cavalo e de outros eqüinos**. 3.ed.  
654 Nobel, São Paulo.
- 655
- 656 WILSON, G. H.; MCDONALD, Kirsty; O'CONNELL, M. J. Skeletal forelimb  
657 measurements and hoof spread in relation to asymmetry in the bilateral forelimb of  
658 horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, n. 3, p. 238-241, 2009.  
659 <https://doi.org/10.2746/042516409X395561>
- 660
- 661 ZAMBORLINI, L.C. **Estudo Genético Quantitativo das Medidas Lineares da Raça**  
662 **Mangalarga Marchador**. 1996. 39f. Tese (Doutorado) -Escola de Veterinária,  
663 Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 664
- 665 ZAMBORLINI, L.C.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. Estudo genético  
666 quantitativo das medidas lineares de equinos da raça Mangalarga Marchador - I.  
667 Estimativas dos fatores de ambiente e parâmetros genéticos. **Rev. Bras. Cien. Vet.**, v.3,  
668 p.33-37, 1996. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2015.04>

## CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO

### PERFIL MORFOFUNCIONAL DE ANCESTRAIS DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR

*Artigo preparado conforme a normas da revista Animals*

#### RESUMO

Os criadores de equinos Mangalarga Marchador (MM) consideram a genealogia e características próprias dos animais (marcha, expressão racial, conformação e temperamento) para a escolha de reprodutores. Sendo assim, estudos que visam o aprimoramento dos critérios de acasalamento fenotípico podem contribuir para aumentar a assertividade na identificação de características de conformação de animais evoluídos. Objetivou-se neste estudo identificar possíveis diferenças nos perfis morfométricos de equinos MM descendentes de diferentes ancestrais, e verificar se há associações entre as características morfofuncionais observadas nos descendentes com a inclusão de seus respectivos ancestrais nos livros de elite da raça. Foram utilizadas 22 medidas corporais (incluindo as seis das 12 previstas na atual sistemática de registro definitivo na associação brasileira de criadores), peso e 11 índices zootécnicos relacionados com aptidão funcional obtidas em 210 equinos adultos MM com genealogia conhecida. Eles eram descendentes de 18 ancestrais identificados previamente como parte dos indivíduos que mais contribuíram geneticamente com a população atual do MM. As variáveis com distribuição normal foram submetidas ao teste ANOVA e posteriormente teste Tukey ( $P < 0,05$ ). E as demais foram submetidas à análise de Kruskal-Wallis e posteriormente teste de Nemenyi

26 (P < 0,05). Para o estudo da associação entre estas características observadas nos  
27 descendentes com a inclusão de seus ancestrais no livro elite da raça foi implementado o  
28 teste de Qui-Quadrado. Houve diferenças fenotípicas em algumas características  
29 observadas nos descendentes em função da ancestralidade na raça MM. Largura do peito  
30  $\geq 27,63$ , comprimento da garupa  $\geq 44,25$  e perímetro de joelho  $\geq 27,50$  foram associadas  
31 com a inclusão de ancestrais no livro de elite. Portanto, com os resultados obtidos por  
32 meio deste estudo, uma revisão de quais medidas corporais devem fazer parte da  
33 sistemática do registro definitivo do cavalo MM pode contribuir na identificação de  
34 animais superiores para o melhoramento da raça.

35

36 **Palavras chave:** Equinos. Seleção Fenotípica. Biótipo Funcional. Avaliação de Progenie.  
37 Melhoramento Genético.

38

### 39 **ABSTRACT**

40 Breeders of Mangalarga Marchador (MM) horses consider the genealogy and specific  
41 characteristics of the animals (gait, racial expression, conformation, and temperament)  
42 for the choice of breeders. Therefore, studies aimed at improving the criteria for  
43 phenotypic mating can contribute to increasing assertiveness in identifying conformation  
44 characteristics of evolved animals. The objective of this study was to identify possible  
45 differences in the morphometric profiles of MM horses descendants of different  
46 ancestors, and to verify if there are associations between the morphofunctional  
47 characteristics observed in the descendants with the inclusion of their respective ancestors  
48 in the elite books of the breed. 22 body measurements were used (including the six of the  
49 12 provided in the current systematic of definitive registration in the Brazilian breeders  
50 association), weight and 11 zootechnical indices related to functional aptitude obtained

51 in 210 adult MM horses with known genealogy. They were descendants of 18 ancestors  
52 previously identified as part of the individuals who most genetically contributed to the  
53 current MM population. The variables with normal distribution were submitted to the  
54 ANOVA test and later Tukey test ( $P < 0.05$ ). And the others were submitted to the  
55 Kruskal-Wallis analysis and later Nemenyi test ( $P < 0.05$ ). For the study of the association  
56 between these characteristics observed in the descendants with the inclusion of their  
57 ancestors in the elite book of the breed, the Chi-Square test was implemented. There were  
58 phenotypic differences in some characteristics observed in the descendants due to  
59 ancestry in the MM breed. Chest width  $\geq 27.63$ , croup length  $\geq 44.25$  and knee  
60 circumference  $\geq 27.50$  were associated with the inclusion of ancestors in the elite book.  
61 Therefore, with the results obtained through this study, a review of which body  
62 measurements should be part of the systematic of the definitive registration of the MM  
63 horse can contribute to the identification of superior animals for the improvement of the  
64 breed.

65 **Keywords:** Horses. Phenotypic Selection. Functional Biotype. Progenie Evaluation.  
66 Genetic Improvement.

## 67 **1 INTRODUÇÃO**

68 O Mangalarga Marchador (MM) constitui o maior plantel de equinos marchadores  
69 de raça pura considerados nativos no Brasil. Em 2023, aproximadamente 700.000 animais  
70 estavam registrados na Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo MM. Por meio da  
71 lei N° 12.975 de 2014, o MM foi oficialmente reconhecido como uma raça brasileira  
72 considerada patrimônio nacional (ABCCMM, 2023). Esse grupo genético teve origem  
73 em meados de 1812 no Sul de Minas Gerais, nas fazendas Campo Lindo, Favacho,  
74 Traituba, Narciso, Angai e Campo Alegre (Casiuch, 1997; Bortoni, 1991). Esses animais

75 são valorizados economicamente em função do seu andamento a quatro tempos  
76 de forma dissociada (marcha), rusticidade e temperamento dócil (Rezende et al. 2021).

77 O padrão racial do MM é um importante guia para os criadores e profissionais  
78 sobre quais as características morfofuncionais são desejáveis e devem ser selecionadas  
79 para a padronização da raça. A última versão foi aprovada pelo Conselho Deliberativo  
80 Técnico da ABCCMM em 1998 e pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) em  
81 2000. No padrão vigente sugere-se, por exemplo: animais eumétricos e mediolíneos;  
82 altura na cernelha entre 147 a 157 cm (ideal 152 cm) para machos e 140 a 154 cm (ideal  
83 146 cm) para fêmeas; cabeça triangular com perfil de reto a sub-côncavo; pescoço  
84 piramidal; estrutura forte e bem proporcionada (Ribeiro *et al.* 2023, pág. 317)

85 Os registros genealógicos da raça de cavalos MM começaram em 1950, com os  
86 dados distribuídos em oito livros. Os animais com genealogia conhecida são registrados  
87 nos livros MM-5 (machos) e MM-6 (fêmeas) após 36 meses de idade e uma avaliação  
88 técnica. Uma vez registrados, esses animais com idade de montaria, podem então  
89 participar de competições, e serem usados para reprodução, possibilitando-os a serem  
90 incluídos nos livros de elite MM-7 e MM-8. Para inclusão de animais nos livros de elite  
91 (MM-7 e MM-8), é levado em consideração seus resultados em competições, bem como  
92 de sua progênie. Assim, somente aqueles cavalos que se mostrarem melhores nestes  
93 quesitos são considerados para a inclusão nos livros de elite.

94 Entender a diversidade de tais características morfofuncionais entre os  
95 descendentes dos ancestrais de uma raça equina é crucial para aprimorar os critérios de  
96 acasalamento e promover avanços nos métodos de avaliações nas criações equinas (Lopes  
97 *et al.* 2020; Costa *et al.* 2005).

98 Diante do exposto nossas hipóteses foram: (1) Existem diferenças fenotípicas  
99 relacionadas com a morfometria e índices zootécnicos usados para avaliação funcional

100 dos descendentes que podem ser associadas a determinados ancestrais da raça MM; (2)  
101 As possíveis diferenças fenotípicas observadas nos descendentes podem ser fator de  
102 influência para os ancestrais estarem inscritos nos livros de elite.

103 Neste contexto, objetivou-se neste estudo identificar possíveis diferenças nos  
104 perfis morfométricos dos descendentes de diferentes ancestrais com maior contribuição  
105 genética para a população atual do MM, e verificar se há associações entre as  
106 características morfofuncionais observadas nos descendentes com a inclusão dos  
107 ancestrais nos livros de elite desta raça.

## 108 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

109 Os dados utilizados no presente estudo foram coletados durante a execução do  
110 projeto de pesquisa “Caracterização genética e fenotípica de equinos da raça Mangalarga  
111 Marchador”, aprovado pelo Comitê de Ética para Experimentação Animal da  
112 Universidade Federal de Lavras (nº protocolo CEUA: 009/15).

113

### 114 ***2.1 Origem dos animais estudados***

115 As coletas de dados foram financiadas com recursos do MAPA e da ABCCMM,  
116 sendo realizadas em 45 haras e 3 eventos oficiais da raça MM, após autorização dos  
117 proprietários e disponibilidade da equipe para acesso aos animais identificados como  
118 aptos para representar uma amostra da população de equinos MM para realização de  
119 pesquisas sobre caracterização genética da raça (Baena *et al.* 2022; 2020a; 2020b). Estes  
120 autores citados utilizaram o banco de dados geral da ABCCMM, contendo todos os  
121 animais registrados da raça, desde a sua fundação em 1949 (com registros de  
122 aproximadamente 500 mil animais). Para identificação dos animais que mais  
123 contribuíram geneticamente para formação atual da população, foram excluídos  
124 indivíduos inseridos (ou que fossem filhos daqueles arrolados) em livros excepcionais

125 criados para atendimento a um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre  
 126 o Ministério Público Federal do Brasil e ABCCMM, com o apoio do MAPA, em 2005.

127 Do total de 163 ancestrais e/ou fundadores identificados por Baena *et al.* (2020),  
 128 foram selecionados 33 mil descendentes aptos a serem coletados. Estes animais estavam  
 129 espalhados por todos os estados do país. Diante dos objetivos propostos no presente  
 130 estudo, foram considerados apenas os ancestrais com, no mínimo, 5 descendentes na  
 131 amostra de dados fenotípicos. Assim, foram avaliados 210 equinos adultos MM (58  
 132 machos e 152 fêmeas) com idade média de  $11,5 \pm 5$  anos, registrados em definitivo nos  
 133 livros MM5 e MM6 (com genealogia conhecida), descendentes de 18 ancestrais listados  
 134 na Tabela 1.

135 **Tabela 1.** Número de animais descendentes compondo os descendentes de 18 diferentes  
 136 ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador.

Ancestral (sexo)	Descendentes		
	Machos	Fêmeas	Total
Abaíba Gim (macho)	2	9	11
Almanaque da Ogar (macho)	0	5	5
Angaí Bolero (macho)	4	4	8
Carvão L.J (macho)	2	13	15
Dólar do Sertão (macho)	3	4	7
Escala Bela Cruz (fêmea)	1	4	5
Farrapo Bela Cruz (macho)	1	8	9
Favacho Quociente (macho)	4	18	22
Havana do Favacho (fêmea)	3	4	7
Herdade Jupia (macho)	0	6	6
Madrigal Bela Cruz (macho)	2	9	11
Maragato L.J (macho)	1	7	8
Palhaço de Ituverava (macho)	6	8	14
Ringo D2 (macho)	8	17	25
Rubi L.J (macho)	5	7	12
Tabatinga Predileto (macho)	0	6	6
Trilho da Zizica (macho)	9	13	22
Truc do Morro Grande (macho)	7	10	17
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>152</b>	<b>210</b>

137

138 **2.2 Escolha das variáveis morfométricas obtidas nos descendentes de ancestrais**  
 139 **genéticos**

140 As variáveis morfofuncionais utilizadas no presente estudo se deram conforme  
 141 detalhes prévios no capítulo 2, através da análise de componentes principais (PCA). No  
 142 total foram utilizadas 34 características fenotípicas para análise do perfil morfofuncional  
 143 dos 18 ancestrais representados na amostragem obtida (Tabela 2).

144

145 **Tabela 2.** Características fenotípicas sumarizadas em equinos da raça Mangalarga  
 146 Marchador segundo PCA

<i>Parâmetro morfométrico</i>	
<b>Medida linear (cm)</b>	<b>Sigla</b>
Altura de cernelha	Ace
Altura da garupa	AG
Largura da cabeça	LC
Largura do peito	LP
Comprimento da cabeça	CCb
Comprimento de garupa	CG
Comprimento de espádua	CE
Comprimento do antebraço	CA
Comprimento anca-soldra	CAS
Comprimento fêmur-soldra	CFS
Comprimento coxa	CCx
Perímetro do antebraço	PA
Perímetro do joelho	PJ
triângulo da marcha	TRIAN
Z da marcha	Z
<b>Medida angular (graus)</b>	<b>Sigla</b>
Ângulo escápulo-solo	AnES
Ângulo escápulo-umeral	AnEU
Ângulo metacarpo-falangeano	AnMcF
Ângulo casco anterior	AnCA
Ângulo pelve-solo	AnPS
Ângulo metatarso-falangeano	AnMtF
Ângulo casco posterior	ANCP

147

148 **2.3 Informações sobre a inclusão dos respectivos ancestrais no livro de elite da raça**

149 A conferência de quais ancestrais estavam inscritos nos livros de elite da raça se  
150 deu por meio de consulta no site oficial da ABCCMM (<www.abccmm.org.br>).

151 Os livros de elite MM-7 e MM-8 são um registro especial mantido pela  
152 ABCCMM. Eles foram instituídos pelo Serviço de Registro Genealógico da ABCCMM  
153 no ano de 1992. Estes livros registram reprodutores que cumprem critérios específicos  
154 (Tabela 3), tanto em termos de seus resultados em competições, bem como de sua  
155 progênie. Inicialmente, os animais de que foram melhores que a média da população MM  
156 são inscritos no Livro MM-7. Se esses animais atenderem aos critérios estabelecidos  
157 (conforme indicado na Tabela 3), eles serão promovidos ao Livro MM-8.

158

159 **Tabela 3.** Requisitos para inclusão de equinos Mangalarga Marchador nos livros de elite  
160 MM-7 e MM-8.

Livro Elite	Sexo	Requisitos
MM-7	Machos	Dez dos filhos devem ter conquistado títulos de campeões ou reservados campeões nas categorias do julgamento de morfologia, ou serem campeões de concurso de marcha, ou terem conquistado conjuntos vencedores de concursos “progênie de pai”.
	Fêmeas	Deve ter oito filhos inscritos no registro provisório e dois deles devem ter conquistado títulos de campeões no julgamento de morfologia ou campeões do concurso de marcha ou vencedores de “concurso de progênie de mãe”.
MM-8	Machos	O reprodutor deve ser campeão de progênie. E dez de seus filhos devem ter conquistado o título de campeão de morfologia. Pelo menos três desses dez filhos devem ter obtido o título de campeão em concurso de marcha. Pelo menos um desses dez filhos deve ter obtido o título de campeão de provas

funcionais, ou ter conquistado classificação entre os cinco primeiros lugares em etapa de cavalgada planilhada oficializada pela ABCCMM com participação mínima de 30 animais.

Fêmeas A matriz deve ser campeã de progênie. E deve ter no mínimo oito filhos inscritos no registro provisório e dois devem ter obtido o título de campeão de morfologia. Pelo menos um desses dois filhos campeões de morfologia, deve também ter o título de campeão em concurso de marcha. Pelo menos um de seus filhos deve ter conquistado classificação entre os dez primeiros lugares em etapa de cavalgada planilhada oficializada pela ABCCMM com participação mínima de 30 trinta animais.

---

161

## 162 *2.4 Análise Estatística*

163 Inicialmente, foi feita a estatística descritiva das características morfométricas.  
164 Esses dados foram organizados de maneira representativa, servindo como um sumário  
165 prático para os criadores de MM consultarem.

166 Após a etapa anterior, as variáveis estudadas (medidas corporais, o peso e os  
167 índices zootécnicos) foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a  
168 normalidade. Aquelas com distribuição normal foram submetidas ao teste ANOVA, após  
169 a verificação da normalidade dos resíduos, e, posteriormente, ao teste Tukey. As demais  
170 foram submetidas à análise de Kruskal-Wallis e, posteriormente, ao teste de Nemenyi.  
171 Em ambos os testes, considerou-se como diferente, aquelas características  
172 morfofuncionais que apresentaram valores de probabilidade inferior a 5%.

173 Para a verificação da associação entre as variáveis da progênie e considerando o  
174 registro dos seus respectivos ancestrais no livro MM8, foi utilizado teste de Qui-quadrado  
175 de Pearson para a independência, com nível de 5% de significância.

176 Para os cálculos estatísticos de associações os valores de referência foram obtidos  
177 por meio do limiar de separação entre os intervalos de confiança (IC 95%) entre as médias  
178 detectadas como estatisticamente diferentes (com maior amplitude de diferença) pelo  
179 teste de Tukey das variáveis paramétricas. E para as variáveis não paramétricas, os valores  
180 de referência, foram obtidos por meio do ponto médio entre as medianas detectadas como  
181 estatisticamente diferentes pelo teste de Nemenyi, utilizando como referência para cada  
182 variável a maior amplitude de diferença.

183 Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando a linguagem R (R Core  
184 Team, 2022).

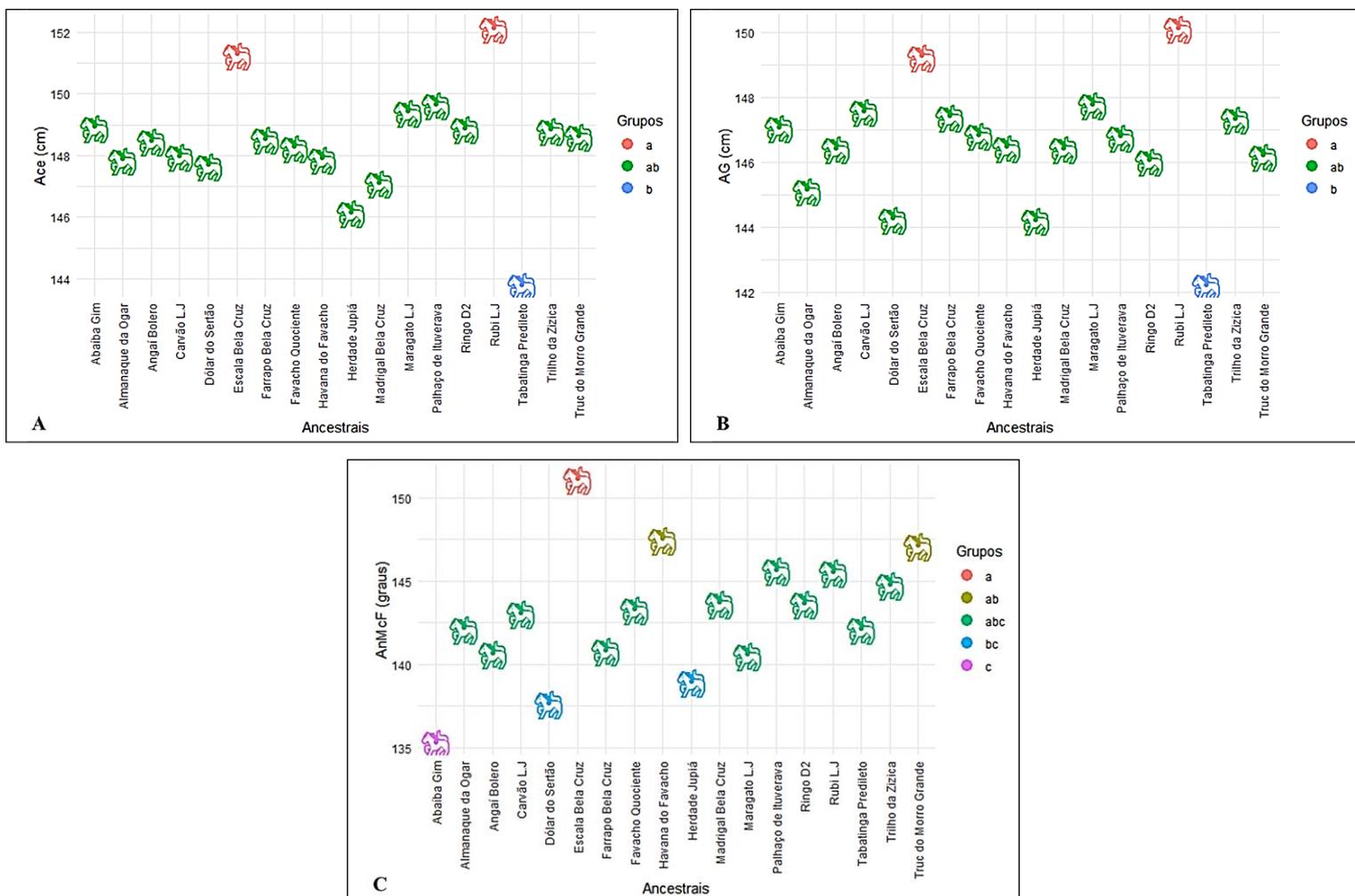
### 185 **3 RESULTADOS**

186 Na Tabela Suplementar 1 estão descritas as médias, desvios padrão, valores  
187 mínimos e máximos de todas as características fenotípicas estudadas, fornecendo um  
188 sumário prático para consulta para os criadores de MM.

189 Com relação a normalidade dos dados estudados, apenas três medidas lineares e  
190 duas medidas angulares apresentaram distribuição normal: Ace, AG, TRIAN, AnMcF e  
191 AnMtF. O restante das medidas corporais (12 lineares e 5 angulares), peso e os 11 índices  
192 zootécnicos foram identificados como variáveis não paramétrica.

193 Na análise comparativa dos perfis morfométricos das progênes dos 18 ancestrais  
194 genéticos estudados, três das cinco variáveis normalmente distribuídas permitiram a  
195 formação de grupos distintos entre si: Ace (Figura 1A), AG (Figura 1B) e AnMcF (Figura  
196 1C) foram diferentes ( $P < 0,05$ ).

197 **Figura 1.** Grupos de ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador formados a  
 198 partir das diferenças estatísticas significativas para as características morfofuncionais Ace  
 199 (A), AG (B) e AnMcF (C) avaliadas entre os descendentes.



200 Legenda: Ace – altura da cernelha, AG – altura na garupa, AnMcF – ângulo metacarpo-  
 201 falangeano.

202 Cores diferentes dos ícones diferem entre os grupos pelo teste de Tukey significativo ao  
 203 nível de 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação das características foram:  
 204 2,56% (Ace a AG) e 4,69% (AnMcF).

205

206 Em relação às 27 variáveis não normais estudadas (10 medidas lineares, cinco  
 207 medidas angulares, peso e 11 índices zootécnicos para avaliação funcional), o teste de  
 208 Kruskal – Wallis indicou diferenças ( $P < 0,05$ ) entre as progênes para 15 características  
 209 morfofuncionais (LC, CCb, LP, PJ, CG, CCX, AnES, AnCA, ICF, IGC1, ICG2, ICR,  
 210 IDT, IC e IT). No entanto, ao realizar o teste post-hoc de Nemenyi para as mesmas, houve

211 diferenças ( $P < 0,05$ ) em nove das características morfofuncionais das progênes de 12  
 212 ancestrais que estão representadas na Tabela 4.

213

214 **Tabela 4.** Comparação das características morfofuncionais entre as progênes de 12  
 215 ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador.

Característica Morfofuncionais	Diferenças entre as progênes		<sup>1</sup> Mediana	<sup>2</sup> Mediana	Valor p			
LC	<sup>1</sup> Rubi L.J	<sup>2</sup> Ringo D2	18,75	17,50	0,0117			
		<sup>2</sup> Truc do Morro Grande		17,50	0,0062			
CCb	<sup>1</sup> Rubi L.J	<sup>2</sup> Madrigal Bela Cruz	55,00	50,00	0,0005			
LP	<sup>1</sup> Angaí Bolero <sup>1</sup> Favacho Quociente	<sup>2</sup> Tabatinga Predileto	28,00	24,75	0,0275			
						<sup>1</sup> Carvão L.J	30,50	0,0214
							45,00	0,0350
CG	<sup>1</sup> Favacho Quociente <sup>1</sup> Palhaço de Ituverava	<sup>2</sup> Herdade Jupia	46,00	41,00	0,0198			
						<sup>1</sup> Rubi L.J	45,75	0,0234
							47,50	0,0303
PJ	<sup>1</sup> Angaí Bolero	<sup>2</sup> Tabatinga Predileto	29,15	26,00	0,0252			
		<sup>2</sup> Palhaço de Ituverava						
AnES	<sup>1</sup> Angaí Bolero	<sup>2</sup> Rubi L.J	62,5	57,0	0,0281			
IDT	<sup>1</sup> Angaí Bolero	<sup>2</sup> Favacho Quociente	10,49	9,36	0,0403			
IC	<sup>1</sup> Palhaço de Ituverava <sup>1</sup> Rubi L.J	<sup>2</sup> Madrigal Bela Cruz	83,25	74,74	0,0307			
						<sup>1</sup> Rubi L.J	83,65	0,0299
						<sup>1</sup> Ringo D2	0,160	0,0368
IT	<sup>1</sup> Rubi L.J	<sup>2</sup> Tabatinga Predileto	0,170	0,130	0,0281			
		<sup>1</sup> Trilho da Zizica				0,160	0,0465	

216 Legenda: LC - largura da cabeça, CCb - comprimento da cabeça, LP - largura do peito, CG - comprimento  
 217 da garupa, PJ - perímetro do joelho, AnES - ângulo escápulo-solo; IDT - índice dáctilo-torácico, IC - índice  
 218 corporal, IT - índice torácico, ICC - índice de carga na canela.

219

220

221 Houve associação entre as características morfofuncionais LP, CG e PJ das  
 222 progênes com os seus respectivos ancestrais inscritos no livro de elite MM-8. (Tabela 5).

223 Na Tabelas 5 estão descritas as associações das características morfofuncionais  
 224 que apresentaram diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ). Observou-se que para a inclusão dos  
 225 respectivos ancestrais inscritos no livro de elite MM-8. Há uma maior frequência absoluta  
 226 de animais com medidas corporais maiores, conforme os valores de referência descritos  
 227 que contribuíram para isso.

228 **Tabela 5.** Associação entre as características morfofuncionais da progênie LP, CG e PJ  
 229 com os seus respectivos ancestrais inscritos no livro de elite MM-8 da raça Mangalarga  
 230 Marchador.

Característica Morfofuncionais	Categorias (Medidas)	Livro MM8 – Ancestral (Frequência absoluta)		Valor p
		Não	Sim	
LP (cm)	$\geq 27,625$	67	97	0,0002769
	$\leq 27,625$	34	12	
CG (cm)	$\geq 44,25$	61	84	0,0002769
	$\leq 44,25$	40	25	
PJ (cm)	$\geq 27,50$	92	104	0,0002769
	$\leq 27,50$	8	6	

231 Legenda: LP - largura do peito, CG - comprimento da garupa, PJ - perímetro do joelho.  
 232 Teste de Qui-quadrado de Pearson para a independência significativo ao nível de 5% de  
 233 probabilidade.  
 234

#### 235 4 DISCUSSÃO

236 Embora o acasalamento fenotípico seja uma ferramenta amplamente empregada  
 237 na seleção de animais da raça MM, com o objetivo de prever o desempenho futuro da  
 238 prole dos reprodutores. A seleção baseada em uma ou várias características de interesse,  
 239 visando a evolução e o aprimoramento dentro de um plantel, pode parecer uma boa  
 240 estratégia. No entanto, deve-se considerar que o fenótipo é a expressão visível da  
 241 interação genótipo, ambiente e genótipo-ambiente (Lage *et al.* 2009; Carneiro *et al.* 2001)

242 As variações nas características morfofuncionais observadas nos descendentes  
 243 dos diferentes ancestrais podem ser um resultado direto dessa interação. Além disso, as  
 244 características fenotípicas podem abranger uma variedade de atributos morfofuncionais,  
 245 incluindo a conformação, velocidade, resistência, temperamento e habilidade para os  
 246 esportes específicos, e que promovam a eficiência no movimento dos equinos (Ducro *et*  
 247 *al.* 2009; Lage *et al.* 2009).

248 As divergências fenotípicas observadas entre os descendentes também podem ser  
249 atribuídas também aos critérios de seleção dos criadores de MM. Por exemplo, entre os  
250 anos 1970 e 2010, os criadores tendiam a selecionar animais de menor porte. Isso sugere  
251 que as preferências dos criadores de MM podem ter um impacto significativo na evolução  
252 das características fenotípicas (Santiago *et al.* 2016).

253 As medidas de Ace, AG e AnMcF foram maiores nos descendentes da égua Escala  
254 da Bela Cruz e do que nas demais. Como os descendentes da égua Escala Bela Cruz,  
255 apresentaram estatura corporal maior, isso refletiu no AnMcF. Os AnES, AnEU e AnMcF  
256 são responsáveis pelo amortecimento da impulsão gerada pelos membros pélvicos. Em  
257 geral, os ângulos não só são influenciados pela raça, mas também pelo propósito para o  
258 qual os equinos são destinados (Ribeiro, 1988; Torres & Jardim, 1981).

259 Com relação a Ace e AG, dois grupos distintos foram observados (Figura 1): as  
260 progênes da matriz Escala Bela Cruz e do garanhão Rubi L.J em relação à progênie do  
261 garanhão Tabatinga Predileto. No caso da AnMcF, a progênie de Escala Bela Cruz diferiu  
262 da progênie de Dólar do Sertão, Herdade Jupia e Abaíba Gim. Este último garanhão  
263 (Abaíba Gim), além de Escala Bela Cruz, foi representado por indivíduos com valores  
264 diferentes de Havana Favacho e Truc Morro Grande.

265 Com base na frequência observada de aparição dos ancestrais nos comparativos  
266 dos perfis morfofuncionais entre os descendentes para as nove variáveis não normais  
267 estudadas (Tabela 4), permitiram a formação de três grupos de ancestrais separados por  
268 três categorias de frequência observada: alta (mínimo 4 diferenças), média (mínimo 3  
269 diferenças) e baixa (mínimo 1 diferença).

270 O grupo um composto pelos descendentes de Rubi L.J, que apareceu seis vezes  
271 de nove comparativos dos perfis morfofuncionais, e os descendentes do Angai Bolero e  
272 Tabatinga Predileto, que apareceram quatro vezes cada das nove comparações. Sugerindo

273 que esses descendentes podem possuir características morfofuncionais únicas que as  
274 distinguem significativamente das demais.

275 Em relação aos descendentes de Favacho Quociente que divergiram em três e as  
276 de Palhaço de Ituverava e Madrigal Bela Cruz, que se divergiram em duas. Portanto, estas  
277 progênes formam o grupo dois, pois possuem características morfofuncionais mais  
278 semelhantes aos outros descendentes.

279 Já o grupo 3 foi composto pelos descendentes de Herdade Jupuíá, Ringo D2, Truc  
280 do Morro Grande, Carvão L.J e Trilho da Zizica, pois divergiram apenas uma vez dos  
281 demais descendentes. O que sugere que estes descendentes podem representar as  
282 características morfofuncionais mais comuns entre eles.

283 A formação destes grupos de ancestrais com base nas avaliações de seus  
284 descendentes, sugerem a existência de famílias distintas que na raça MM, estes resultados  
285 suportam o estudo de Cardoso *et al.* (2020) em que os autores relataram que houve  
286 divergências fenotípica entre éguas Crioulas das linhagens uruguaia “La Invernada”,  
287 argentina “Cardal” e chilena, para as características lineares altura de cernelha e garupa,  
288 perímetro torácico e de canela, consideradas de obrigatórias para fins de registro  
289 genealógico. Os mesmos autores observaram ainda, uma maior variação fenotípica nas  
290 éguas da linhagem chilena em relação aos outros dois grupos genéticos.

291 Os resultados obtidos por meio deste estudo, suportam também as descrições  
292 feitas no livro “Costelas do abismo” de Ricardo Casiuch (2016). Baseado em informações  
293 históricas, classifica as linhagens do MM em: linhagens de tradição, linhagens de base e  
294 linhagens extintas. Alguns ancestrais presentes no nosso estudo são citados neste livro.  
295 Como pertencentes das linhagens de tradição são citados os ancestrais Abaíba Gim,  
296 Escala Bela Cruz, Farrapo Bela Cruz, Herdade Jupuíá, Madrigal Bela Cruz, e Tabatinga  
297 Predileto. Já os animais Carvão L.J, Favacho Quociente, Havana do Favacho, Palhaço de

298 Ituverava, Ringo D2 e Rubi L.J são citados como pertencentes das linhagens de base.  
299 Entretanto, Araújo (2023) relatou que, no MM há 3 grupos genéticos: animais oriundos  
300 das linhagens Herdade e Angai e, um único grupo, formado pelas outras 9 linhagens  
301 (Geral) citadas por Casiuch (2016).

302 Para a associação do LP, CG e PJ observada nos descendentes dos ancestrais  
303 incluídos no livro MM-8. Sugere que estas características podem ser consideradas  
304 indicadores importantes na avaliação do potencial de um animal ser classificado como  
305 elite dentro dessa raça. Estes resultados corroboram com Santiago *et al.* (2012), os autores  
306 relataram que os campeões nacionais da raça MM, exibiram maiores valores para LP  
307 (39,3 cm) e CG (50,6 cm). Animais que apresentaram maiores medidas corporais e maior  
308 densidade óssea para suportar o peso durante as provas, essas características, podem estar  
309 inter-relacionadas com o potencial de desempenho, pois de acordo com Santigo *et al.*  
310 (2014) o CG pode influenciar a força e a velocidade do cavalo. A garupa longa pode  
311 proporcionar mais espaço para a fixação dos músculos, o que pode contribuir para a força  
312 e a potência do engajamento dos posteriores do cavalo. O PJ pode ser um indicador da  
313 força e estabilidade do cavalo. O joelho maior pode ser capaz de suportar mais peso e  
314 proporcionar maior estabilidade. A LP pode ser um indicador da capacidade respiratória  
315 e cardiovascular do cavalo, o que pode afetar a resistência e o desempenho do animal.  
316 Estas mensurações (LP e PJ) não fazem parte das medidas obrigatórias do registro  
317 definitivo.

318 Os resultados obtidos através deste estudo podem servir de base para determinar  
319 critérios de seleção e futura criação programas de melhoramento genético voltados para  
320 animais marchadores. No caso do MM em que ainda não se conhece o valor genético dos  
321 animais, logo, para acompanhar a evolução das características desejadas em um plantel,  
322 é crucial realizar avaliações fenotípicas. Essas avaliações nos ajudam a identificar os

323 melhores indivíduos. Assim, esses animais são selecionados para serem os pais da  
324 próxima geração.

## 325 **5 CONCLUSÃO**

326 As diferenças fenotípicas observadas nos descendentes de diferentes ancestrais da  
327 raça Mangalarga Marchador permitem diferenciar grupos de animais com morfologia  
328 distinta. A associação das medidas objetivas - largura do peito, comprimento da garupa e  
329 perímetro do joelho - com a inclusão de ancestrais no livro de elite, sugere a revisão da  
330 sistemática do registro definitivo. Isso se deve ao fato de que duas dessas medidas não  
331 estão previstas nessa prática.

## 332 **6 REFERÊNCIAS**

333 Associação Brasileira Dos Criadores Do Cavalo Mangalarga Marchador. História da  
334 ABCCMM. Disponível em: <http://www.abccmm.org.r/>. Acesso em: 08 dez. 2023.

335

336 Araujo, Brennda Paula Gonçalves. Genetic divergence and phenotypic characterization  
337 in the Mangalarga Marchador breed. 2023 – Dissertação de Mestrado – Universidade  
338 Federal de Lavras.

339

340 BAENA, Marielle Moura et al. Genetic characterization of Mangalarga Marchador  
341 horse. **Livestock Science**, v. 258, p. 104899, 2022.

342 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104899>

343

344 BAENA, Marielle Moura et al. Population structure and genetic diversity of  
345 Mangalarga Marchador horses. **Livestock Science**, v. 239, p. 104109, 2020.

346 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104109>

347

- 348 BAENA, Marielle M. et al. Genetic characterization of mangalarga marchador breed  
349 horses based on microsatellite molecular markers. **Journal of Equine Veterinary**  
350 **Science**, v. 95, p. 103231, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103231>Get rights  
351 and content.
- 352
- 353 BARCELOS, KATE MOURA DA COSTA. **Estudo morfométrico e do**  
354 **desenvolvimento de potros campeões da raça Mangalarga Marchador**. 2016. Tese  
355 de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais.
- 356
- 357 CARDOSO, L. S. et al. Divergência fenotípica entre éguas Crioulas das linhagens  
358 uruguaia “La invernada”, argentina “Cardal” e chilena. **Arquivo Brasileiro de**  
359 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1433-1440, 2020.
- 360
- 361 CABRAL, Grasielle Coelho et al. Avaliação morfométrica de eqüinos da raça  
362 Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. **Revista**  
363 **Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1798-1805, 2004. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000700018)  
364 [35982004000700018](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000700018)
- 365
- 366 CARNEIRO, Antônio Policarpo Souza et al. Efeito da conectividade de dados sobre a  
367 acurácia dos testes de progênie e performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30,  
368 p. 342-347, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200007>
- 369
- 370 CASIUCH, R. L. **As costelas do abismo: Os mais influentes ganhões do século XX**  
371 **na raça**. 2016.
- 372

- 373 COSTA, M. D. et al. Caracterização demográfica da raça Mangalarga Marchador.  
374 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 687-690, 2004.  
375 <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000500020>  
376
- 377 DUCRO, B. J.; BOVENHUIS, Henk; BACK, Willem. Heritability of foot conformation  
378 and its relationship to sports performance in a Dutch Warmblood horse  
379 population. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, n. 2, p. 139-143, 2009.  
380 <https://doi.org/10.2746/042516409X366130>  
381
- 382 GONÇALVES FONSECA, M.; SILVATTI, A.; LAGE, J. Kinematics of marcha picada  
383 of Mangalarga Marchador horses with AA and AC genotypes of DMRT3. **Comp.**  
384 **Exerc. Physiol**, v. 14, p. S51, 2018. <https://doi.org/10.3920/cep2018.s1>  
385
- 386 LAGE, M. C. G. R. et al. Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da  
387 raça Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
388 **Zootecnia**, v. 61, p. 968-979, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000400027>  
389
- 390 LOPES, Lucas SF et al. Application of the principal component analysis, cluster  
391 analysis, and partial least square regression on crossbreed Angus-Nellore bulls feedlot  
392 finished. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3655-3664, 2020.  
393 <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02402-7>  
394
- 395 MARUCH, Suzana et al. Estimation of genetic parameters and trends for morphometric  
396 traits in Brazilian Mangalarga Marchador horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.  
397 50, 2021. <https://doi.org/10.37496/rbz5020190262>

- 398 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. Tamanho e Distribuição  
399 da Tropa. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: 08 dez. 2023.  
400
- 401 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA.  
402 Tamanho e Distribuição da Tropa. In: **Revisão do Estudo do Complexo do**  
403 **Agronegócio do Cavallo**. Brasília, 2016, 56p.  
404
- 405 MOURA, Raquel Silva de et al. **Revisión de puntos anatomo-topográficos y análisis**  
406 **morfológico por cinemática 2D de equinos Mangalarga Marchador**. 2020.  
407
- 408 NASCIMENTO, J.F. **Mangalarga marchador: tratado morfofuncional**. Belo  
409 **Horizonte**: ABCCMM, 1999. 577p.  
410
- 411 OOM, M.M.; FERREIRA, J.C. Estudo biométrico do cavalo Alter. **Revista Portuguesa**  
412 **de Ciências Veterinárias**, v.83, n.482, p.101-148, 1987.  
413
- 414 OSTERTAGOVA, Eva; OSTERTAG, Oskar; KOVÁČ, Jozef. Methodology and  
415 application of the Kruskal-Wallis's test. **Applied mechanics and materials**, v. 611, p.  
416 115-120, 2014.  
417
- 418 PAKSOY, Yavuzkan; ÜNAL, Necmettin. Multivariate analysis of morphometry effect  
419 on race performance in Thoroughbred horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48,  
420 2019. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180030>  
421

- 422 R CORE TEAM (2022). R: A language and environment for statistical computing. R  
423 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [https://www.R-](https://www.R-project.org/)  
424 [project.org/](https://www.R-project.org/).  
425
- 426 RAYNER, J. C. W.; LIVINGSTON JR, Glen. The Kruskal–Wallis tests are Cochran–  
427 Mantel–Haenszel mean score tests. **Metron**, v. 78, n. 3, p. 353-360, 2020.  
428 <https://doi.org/10.1007/s40300-020-00192-4>  
429
- 430 REZENDE, Marcos PG et al. Phenotypic diversity of horse reeds used in sports  
431 activities, employing multivariate analysis. **Spanish Journal of Agricultural**  
432 **Research**, v. 19, p. 0-0, 2021. <https://hdl.handle.net/2158/1238766>  
433
- 434 REZENDE, Marcos Paulo Gonçalves et al. Conformação corporal de equinos de  
435 diferentes grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, p. 316-326, 2016.  
436 <https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i321194>  
437
- 438 REZENDE, A.S.C., SANTIAGO, J.M. True Type, modelo ideal da raça. **Revista**  
439 **Oficial da ABCCMM**, n.75, p.86-93, 2012.  
440
- 441 SANTIAGO, J. M. et al. Comparação entre as medidas morfométricas de equinos  
442 Mangalarga Marchador de marcha batida e marcha picada. **Arquivo Brasileiro de**  
443 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 635-639, 2014.  
444 <https://doi.org/10.1590/1678-41626870>  
445

- 446 SANTIAGO, JULIANO et al. Evolution of morphometric measures in the Mangalarga  
447 Marchador breed. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 191-199, 2016.  
448 <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n122rc>  
449
- 450 SHERWANI, Rehan Ahmad Khan et al. Analysis of COVID-19 data using  
451 neutrosophic Kruskal Wallis H test. **MC Medical Research Methodology**, v. 21, n. 1,  
452 p. 1-7, 2021). <https://doi.org/10.1186/s12874-021-01410-x>  
453
- 454 TORRES, A. P. AND JARDIM, W. R. 1981. **Criação do cavalo e de outros eqüinos**.  
455 3.ed. Nobel, São Paulo.  
456
- 457 WILSON, G. H.; MCDONALD, Kirsty; O'CONNELL, M. J. Skeletal forelimb  
458 measurements and hoof spread in relation to asymmetry in the bilateral forelimb of  
459 horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, n. 3, p. 238-241, 2009.  
460 <https://doi.org/10.2746/042516409X395561>  
461
- 462 ZHANG, Zeqing et al. Roughness measurement of leaf surface based on shape from  
463 focus. **Plant Methods**, v. 17, n. 1, p. 72, 2021. [https://doi.org/10.1186/s13007-021-](https://doi.org/10.1186/s13007-021-00773-y)  
464 [00773-y](https://doi.org/10.1186/s13007-021-00773-y)

465 **Tabela Suplementar 1.** Sumário prático para criadores contendo médias, desvios padrão, valores absolutos mínimos e máximos das variáveis das  
 466 progênes de 18 ancestrais genéticos da raça Mangalarga Marchador.

467

*Continua...*

ANCESTRAL	Ace (cm)			AG (cm)			LC (cm)			CCb (cm)		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	148,95±4,17	143,50	155,00	147,09±4,08	142,00	152,50	17,80±0,76	16,50	19,00	17,80±0,76	16,50	19,00
Almanaque da Ogar	147,90±4,51	142,50	153,00	145,18±5,8	138,50	151,00	17,40±0,96	16,00	18,50	17,40±0,96	16,00	18,50
Angaí Bolero	148,50±3,76	143,00	153,00	146,45±2,67	142,50	149,50	18,00±0,78	16,00	19,00	18,00±0,78	16,00	19,00
Carvão L.J	148,00±3,50	142,50	153,50	147,6±3,68	141,50	152,50	18,20±1,11	16,50	20,00	18,20±1,11	16,50	20,00
Dólar do Sertão	147,71±3,35	141,50	151,50	144,29±5,31	135,00	150,50	17,50±0,41	17,00	18,00	17,50±0,41	17,00	18,00
Escala Bela Cruz	151,30±3,85	146,50	155,50	149,30±3,40	145,50	153,00	17,80±1,30	16,00	19,00	17,80±1,3	16,00	19,00
Farrapo Bela Cruz	148,56±3,73	143,00	155,00	147,44±3,48	143,50	152,50	17,83±1,25	16,00	19,50	17,83±1,25	16,00	19,50
Favacho Quociente	148,30±4,26	140,50	157,00	146,86±3,34	142,00	155,50	17,89±1,00	16,00	19,50	17,89±1,00	16,00	19,50
Havana do Favacho	147,93±3,41	143,00	154,00	146,50±3,29	142,00	150,50	17,43±1,02	16,00	19,00	17,43±1,02	16,00	19,00
Herdade Jupiá	146,17±5,32	139,50	155,50	144,25±4,48	138,50	152,00	17,67±0,75	17,00	19,00	17,67±0,75	17,00	19,00
Madrigal Bela Cruz	147,14±4,04	141,00	152,50	146,45±4,69	138,50	152,50	18,23±0,90	17,00	19,50	18,23±0,9	17,00	19,50
Maragato L.J	149,44±4,07	144,50	155,50	147,81±2,84	145,00	152,50	17,31±1,44	15,00	19,00	17,31±1,44	15,00	19,00
Palhaço de Ituverava	149,68±3,25	146,00	158,00	146,82±3,20	142,50	152,00	18,07±1,65	16,00	22,00	18,07±1,65	16,00	22,00
Ringo D2	148,90±3,75	140,00	154,50	146,08±4,13	136,50	153,00	17,58±0,91	16,00	20,00	17,58±0,91	16,00	20,00
Rubi L.J	152,17±4,48	142,50	158,00	150,17±5,42	141,50	157,50	19,08±0,95	18,00	21,00	19,08±0,95	18,00	21,00
Tabatinga Predileto	143,83±4,07	140,00	147,50	142,25±3,14	137,00	146,50	17,50±0,45	17,00	18,00	17,50±0,45	17,00	18,00
Trilho da Zizica	148,86±3,58	143,00	158,00	147,36±3,33	140,50	152,00	17,93±1,34	16,50	22,00	17,93±1,34	16,50	22,00
Truc do Morro Grande	148,65±2,34	144,00	153,50	146,24±2,69	140,50	151,50	17,41±1,28	15,50	21,00	17,41±1,28	15,50	21,00

468 Legenda: Ace - altura da cernelha; AG - altura da garupa; LC - largura da cabeça; CCb – comprimento da cabeça.

Continuação...

ANCESTRAL	LP (cm)			CG (cm)			CA (cm)			PA (cm)		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	33,73±10,49	25,50	30,00	51,86±2,86	47,00	57,00	30,64±0,95	29,00	32,00	17,8±0,76	16,50	19,00
Almanaque da Ogar	27,50±2,47	25,00	31,50	50,70±3,63	46,00	55,00	30,20±1,44	29,00	32,00	17,4±0,96	16,00	18,50
Angaí Bolero	28,35±1,43	27,00	30,50	50,60±2,17	48,00	53,50	30,10±1,26	28,00	31,50	18±0,78	16,00	19,00
Carvão L.J	29,93±3,36	22,00	35,00	52,80±2,66	49,00	59,00	30,6±2,93	28,00	38,00	18,2±1,11	16,50	20,00
Dólar do Sertão	30,07±3,95	25,50	36,50	52,64±3,17	50,00	57,00	29,86±2,41	25,00	32,00	17,5±0,41	17,00	18,00
Escala Bela Cruz	30,10±4,44	24,00	36,50	53,30±3,27	51,00	59,00	30,20±0,84	29,00	31,00	17,8±1,3	16,00	19,00
Farrapo Bela Cruz	33,56±10,05	28,00	30,00	51,78±2,62	48,00	55,00	29,78±1,70	26,00	32,00	17,83±1,25	16,00	19,50
Favacho Quociente	31,00±2,36	26,00	35,50	51,61±2,65	47,00	57,00	30,89±2,59	27,00	37,00	17,89±1	16,00	19,50
Havana do Favacho	30,07±4,06	25,50	36,50	52,71±2,91	49,50	58,00	31,86±2,27	29,00	36,00	17,43±1,02	16,00	19,00
Herdade Jupia	28,67±2,29	25,50	31,50	51,08±2,82	47,00	55,00	29,17±1,21	27,50	30,50	17,67±0,75	17,00	19,00
Madrigal Bela Cruz	28,97±2,78	23,00	32,50	51,32±2,16	48,50	55,00	30,18±1,95	28,00	34,00	18,23±0,9	17,00	19,50
Maragato L.J	28,38±1,83	27,00	32,00	51,88±2,71	48,50	57,00	29,31±0,84	28,00	30,50	17,31±1,44	15,00	19,00
Palhaço de Ituverava	30,57±3,27	23,00	37,50	52,04±3,48	43,00	57,00	30,43±2,09	27,00	35,50	18,07±1,65	16,00	22,00
Ringo D2	30,78±2,99	25,50	36,00	52,70±2,40	48,50	57,00	29,92±1,46	28,00	35,00	17,58±0,91	16,00	20,00
Rubi L.J	31,71±3,12	26,00	37,50	54,21±3,03	47,00	59,50	30,79±1,29	28,50	32,50	19,08±0,95	18,00	21,00
Tabatinga Predileto	25,42±2,35	23,00	29,00	49,67±2,44	45,50	52,00	30,25±1,33	28,50	32,00	17,5±0,45	17,00	18,00
Trilho da Zizica	30,70±3,10	25,00	37,50	51,82±2,93	43,00	57,00	29,95±1,36	27,50	33,00	17,93±1,34	16,50	22,00
Truc do Morro Grande	29,79±2,59	25,50	34,00	51,62±1,63	49,00	54,50	29,59±1,42	26,50	32,00	17,41±1,28	15,50	21,00

Legenda: LP – largura do peito; CG – comprimento da garupa; CA- comprimento do antebraço; PA – perímetro do antebraço.

Continuação...

ANCESTRAL	PJ (cm)			CAS (cm)			CFS (cm)			CCx (cm)		
	Média	Mínimo	Máximo									
Abaíba Gim	27,85±1,45	25,50	30,00	55,45±3,36	51,00	62,00	43,14±2,05	40,00	46,00	36,55±1,23	35,00	38,50
Almanaque da Ogar	27,02±1,24	25,90	28,50	55,00±3,16	52,00	60,00	42,30±1,40	41,00	44,00	33,60±3,07	28,50	36,00
Angaí Bolero	29,08±0,93	27,50	30,00	51,45±4,81	44,00	55,50	40,50±3,37	37,00	45,00	34,70±2,55	31,00	38,00
Carvão L.J	28,21±1,22	26,00	30,40	54,27±2,99	48,00	59,00	42,30±2,51	38,00	46,00	36,97±2,23	32,00	39,00
Dólar do Sertão	28,84±1,13	27,10	30,80	53,86±2,61	51,00	57,00	43,36±3,28	36,50	46,00	37,01±2,08	34,00	39,50
Escala Bela Cruz	28,46±0,96	27,10	29,50	53,00±3,76	47,50	57,00	42,20±2,68	39,00	45,00	36,00±2,26	33,00	38,50
Farrapo Bela Cruz	27,68±1,07	26,00	29,20	53,67±4,88	46,00	62,00	43,17±4,04	39,00	52,00	36,11±2,51	30,50	39,00
Favacho Quociente	28,00±0,81	26,10	29,90	54,28±2,48	49,00	58,00	42,59±2,52	38,00	46,00	38,70±3,63	34,00	48,00
Havana do Favacho	28,79±1,69	26,00	31,00	55,29±3,04	50,00	58,00	43,71±1,50	41,00	45,00	38,29±3,09	32,00	42,00
Herdade Jupia	25,85±3,73	18,50	28,80	52,33±6,00	41,00	57,00	40,08±2,89	35,50	44,00	35,25±1,70	32,50	37,50
Madrigal Bela Cruz	28,25±1,18	26,10	30,00	54,41±3,89	48,00	61,50	42,64±2,30	38,50	47,00	36,45±1,81	33,00	38,50
Maragato L.J	27,88±0,55	27,00	28,50	54,94±1,82	52,00	57,50	42,75±2,27	40,00	46,00	36,94±1,27	35,00	39,00
Palhaço de Ituverava	28,14±1,23	26,50	30,00	54,18±3,03	47,00	59,50	42,11±2,75	35,00	46,00	36,86±3,66	28,00	43,00
Ringo D2	28,31±1,07	26,20	30,50	53,12±4,63	37,50	62,00	43,10±1,92	40,00	47,00	37,86±2,85	34,00	46,00
Rubi L.J	28,53±0,95	26,00	30,00	54,54±4,24	48,00	60,00	41,79±1,84	38,50	44,50	37,58±3,87	32,00	43,00
Tabatinga Predileto	26,50±1,18	25,50	28,10	53,75±4,37	48,00	58,50	41,00±2,12	38,00	44,50	34,75±3,40	29,00	39,00
Trilho da Zizica	28,77±1,45	26,50	32,00	54,16±2,89	47,00	59,50	42,23±2,51	35,00	47,00	37,18±3,76	28,00	43,00
Truc do Morro Grande	28,64±1,49	25,50	32,00	53,88±1,82	50,00	57,50	42,26±1,39	39,00	44,00	37,05±3,13	32,40	45,00

Legenda: PJ – perímetro do joelho; CAS – comprimento anca-soldra; CFS – comprimento fêmur-soldra; CCx – comprimento da coxa.

Continuação...

ANCESTRAL	TRIAN (cm)			Z (cm)			AnES (graus)			AnEU (graus)		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	126,36±5,57	116,50	134,00	98,00±3,47	91,50	102,50	60,73±4,41	53,00	68,00	101,64±4,52	94,00	110,00
Almanaque da Ogar	126,30±4,67	123,00	134,50	97,40±3,54	93,00	101,50	58,80±4,76	51,00	64,00	102,00±5,34	93,00	107,00
Angaí Bolero	122,55±6,86	113,00	131,50	97,55±4,36	90,00	103,50	62,60±2,99	59,00	67,00	100,90±3,38	96,00	106,00
Carvão L.J	125,77±5,34	118,00	134,00	99,03±4,42	92,00	105,50	59,27±4,45	49,00	65,00	98,27±3,61	92,00	105,00
Dólar do Sertão	127,71±4,60	121,50	134,00	100,23±3,29	93,50	103,50	60,00±3,37	54,00	65,00	98,00±4,24	94,00	104,00
Escala Bela Cruz	123,80±5,20	117,50	130,00	98,60±0,42	98,00	99,00	60,00±1,87	57,00	62,00	99,60±6,50	90,00	106,00
Farrapo Bela Cruz	125,61±8,67	110,50	134,00	98,28±3,41	92,00	103,00	62,00±2,69	59,00	67,00	100,44±4,95	92,00	106,00
Favacho Quociente	125,11±4,03	119,00	131,00	100,28±4,11	93,50	111,00	59,48±4,68	53,00	69,00	93,96±16,92	43,00	109,00
Havana do Favacho	128,79±5,18	121,00	134,00	101,93±3,59	96,50	107,00	58,57±2,37	55,00	62,00	94,71±5,12	90,00	104,00
Herdade Jupia	124,83±6,08	115,00	129,50	99,67±9,24	90,50	117,00	59,83±1,33	58,00	62,00	100,67±2,66	98,00	105,00
Madrigal Bela Cruz	125,86±5,86	116,00	137,50	98,36±4,07	90,50	103,50	62,36±6,39	55,00	79,00	98,55±3,86	92,00	105,00
Maragato L.J	126,56±5,72	118,50	137,00	98,94±2,86	93,50	103,00	58,63±4,10	53,00	64,00	98,75±4,86	92,00	105,00
Palhaço de Ituverava	124,54±5,27	113,00	133,00	99,32±3,29	94,00	107,00	56,93±3,29	52,00	63,00	96,64±5,69	85,00	108,00
Ringo D2	125,60±5,22	114,00	140,00	100,22±4,99	94,00	117,00	60,04±2,98	54,00	66,00	99,20±5,89	85,00	110,00
Rubi L.J	126,42±7,16	116,50	136,00	102,46±4,07	96,00	108,00	57,25±3,28	51,00	65,00	98,08±7,62	85,00	110,00
Tabatinga Predileto	124,50±7,63	115,00	133,00	99,33±3,43	96,00	105,50	60,00±3,69	55,00	65,00	98,33±3,14	95,00	104,00
Trilho da Zizica	124,61±5,73	113,00	136,50	98,98±3,79	92,00	107,00	58,50±3,04	53,00	65,00	96,86±4,36	85,00	103,00
Truc do Morro Grande	124,03±3,43	116,00	129,50	97,70±4,36	91,00	107,00	59,06±2,51	55,00	65,00	100,29±3,62	95,00	110,00

Legenda: TRIAN – triângulo da marcha; Z – z da marcha; AnES - ângulo escápulo-solo, AnEU - ângulo escápulo-umeral.

Continuação...

ANCESTRAL	AnMcF (graus)			AnCA (graus)			AnCP (graus)			AnPS (graus)		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	135,36±5,26	130,00	147,00	48,36±4,84	43,00	59,00	47,64±5,18	40,00	53,00	36,09±3,59	30,00	42,00
Almanaque da Ogar	142,20±7,01	132,00	149,00	42,80±4,66	37,00	48,00	44,4±2,79	41,00	47,00	35,20±4,87	28,00	40,00
Angaí Bolero	140,70±5,46	132,00	147,00	44,90±3,00	38,00	49,00	48,3±4,35	42,00	55,00	35,00±3,68	30,00	40,00
Carvão L.J	143,13±5,57	135,00	152,00	44,87±3,91	37,00	53,00	47,40±5,00	42,00	56,00	34,40±4,5	26,00	41,00
Dólar do Sertão	137,71±7,04	128,00	145,00	45,29±4,96	40,00	54,00	48,00±4,58	42,00	54,00	30,86±7,56	22,00	43,00
Escala Bela Cruz	151,2±10,33	141,00	162,00	49,80±2,68	47,00	54,00	49,60±2,88	46,00	53,00	32,20±7,46	23,00	41,00
Farrapo Bela Cruz	140,89±7,32	130,00	154,00	43,44±4,71	45,00	54,00	43,56±6,95	42,00	58,00	36,11±4,23	31,00	42,00
Favacho Quociente	143,35±7,09	132,00	159,00	48,61±3,29	44,00	55,00	50,65±5,11	42,00	59,00	36,65±4,14	25,00	41,00
Havana do Favacho	147,57±9,71	132,00	160,00	48,71±2,56	46,00	52,00	49,71±5,53	42,00	59,00	34,14±4,06	30,00	39,00
Herdade Jupia	139,00±6,20	133,00	150,00	47,33±3,39	45,00	53,00	49,83±3,49	44,00	54,00	35,50±3,45	30,00	40,00
Madrigal Bela Cruz	143,73±7,58	132,00	158,00	47,00±6,78	30,00	54,00	48,45±2,91	44,00	52,00	35,09±5,36	26,00	42,00
Maragato L.J	140,63±5,29	131,00	149,00	48,38±3,02	45,00	53,00	49,50±4,5	41,00	56,00	34,00±3,16	30,00	38,00
Palhaço de Ituverava	145,71±6,06	131,00	154,00	45,93±4,63	35,00	54,00	46,71±3,45	42,00	53,00	35,00±3,84	30,00	43,00
Ringo D2	143,72±5,43	131,00	154,00	48,52±4,42	40,00	56,00	50,16±4,92	43,00	61,00	33,60±5,11	22,00	42,00
Rubi L.J	145,58±6,93	136,00	159,00	47,17±3,33	43,00	54,00	47,67±3,42	42,00	55,00	35,92±5,20	29,00	42,00
Tabatinga Predileto	142,17±2,99	138,00	146,00	47,83±2,79	44,00	51,00	50,50±3,39	47,00	56,00	37,83±7,28	30,00	50,00
Trilho da Zizica	144,82±7,46	126,00	158,00	44,18±4,22	43,00	56,00	48,27±3,69	41,00	55,00	35,86±2,92	30,00	40,00
Truc do Morro Grande	147,18±7,63	135,00	158,00	44,24±4,98	43,00	57,00	47,35±2,67	42,00	53,00	35,82±5,04	28,00	48,00

Legenda: AnMcF – ângulo metacarpo-falangeano; AnCA – ângulo do casco anterior; AnCP – ângulo do casco posterior; AnPS – ângulo pelve-solo.

Continuação...

ANCESTRAL	AnMtF (graus)			Peso (Kg)			RCG			IDT		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	146,00±4,88	139,00	153,00	484,40±84,66	358,62	647,92	1,01±0,01	1,00	1,02	9,73±0,66	8,87	10,78
Almanaque da Ogar	149,80±7,56	137,00	155,00	500,14±53,83	419,90	558,89	1,02±0,01	1,00	1,03	9,22±0,61	8,70	10,28
Angaí Bolero	149,10±4,38	143,00	155,00	428,23±114,93	243,80	600,27	1,01±0,01	0,99	1,03	10,54±1,02	9,15	12,10
Carvão L.J	151,47±6,12	138,00	160,00	465,26±45,19	391,81	550,73	1,00±0,01	0,99	1,03	9,57±0,49	8,66	10,35
Dólar do Sertão	148,57±4,86	140,00	153,00	472,33±56,89	425,33	584,68	1,02±0,02	1,00	1,05	9,87±0,66	8,81	10,56
Escala Bela Cruz	153,40±7,02	144,00	162,00	468,70±94,24	378,30	626,12	1,01±0,02	0,98	1,03	9,44±0,61	8,65	10,29
Farrapo Bela Cruz	151,33±9,11	142,00	165,00	449,67±117,7	144,03	525,70	1,01±0,02	0,98	1,03	9,87±1,13	8,76	12,70
Favacho Quociente	147,57±6,91	132,00	160,00	472,25±62,46	385,88	670,82	1,01±0,01	0,97	1,03	9,40±0,53	8,41	10,74
Havana do Favacho	147,00±6,16	140,00	160,00	464,74±42,16	419,90	528,14	1,01±0,01	1,00	1,03	9,91±0,62	9,22	10,67
Herdade Jupia	146,00±3,03	142,00	150,00	495,10±21,64	463,31	525,70	1,01±0,01	1,00	1,02	9,92±1,82	8,88	13,54
Madrigal Bela Cruz	151,73±7,20	141,00	166,00	491,90±64,26	412,67	626,12	1,00±0,02	0,98	1,03	9,72±0,86	8,50	10,91
Maragato L.J	149,75±4,46	145,00	158,00	488,28±76,74	406,06	647,92	1,01±0,01	0,99	1,03	9,54±0,51	8,45	10,16
Palhaço de Ituverava	148,93±5,30	136,00	156,00	449,49±58,01	341,40	542,13	1,02±0,01	0,99	1,04	9,81±0,50	8,88	10,73
Ringo D2	150,28±4,50	141,00	160,00	460,71±70,35	278,63	600,27	1,02±0,02	0,99	1,05	10,07±2,56	5,46	21,08
Rubi L.J	149,58±6,37	142,00	163,00	470,91±52,59	378,30	536,53	1,01±0,02	0,99	1,04	9,80±0,39	9,29	10,47
Tabatinga Predileto	149,50±5,09	144,00	155,00	453,65±24,39	419,90	489,03	1,01±0,02	0,99	1,04	9,32±0,73	8,72	10,49
Trilho da Zizica	149,55±7,12	126,00	159,00	447,02±50,73	333,47	536,53	1,01±0,02	0,97	1,06	10,06±0,54	9,22	10,92
Truc do Morro Grande	150,29±6,69	141,00	159,00	442,98±59,77	333,47	527,02	1,02±0,02	1,00	1,06	10,2±0,92	8,66	12,27

Legenda: AnMtF – ângulo metatarso-falangeano; RCG - índice de relação cernelha e garupa; IDT – índice dáctilo-torácico.

Continuação...

ANCESTRAL	IC			IT			ICF			ICG1		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	77,80±3,82	71,18	84,73	0,18±0,05	0,13	0,31	2,46±0,26	1,93	2,84	137,87±14,33	108,08	159,15
Almanaque da Ogar	77,65±5,4	72,22	85,83	0,14±0,02	0,13	0,17	2,46±0,23	2,17	2,72	137,95±13,03	121,77	152,46
Angaí Bolero	75,50±25,05	78,33	95,22	0,16±0,01	0,14	0,18	2,26±0,46	1,65	2,97	126,41±26,04	109,33	166,13
Carvão L.J	79,88±4,16	73,27	86,67	0,16±0,02	0,12	0,19	2,42±0,23	1,97	2,87	135,41±12,59	110,45	160,57
Dólar do Sertão	78,75±3,36	74,88	83,43	0,16±0,02	0,13	0,19	2,39±0,20	2,14	2,67	133,62±11,35	119,89	149,34
Escala Bela Cruz	80,95±6,12	70,93	85,95	0,16±0,03	0,13	0,20	2,34±0,48	1,93	3,16	130,83±26,47	108,25	176,70
Farrapo Bela Cruz	80,13±11,5	72,42	110,32	0,18±0,05	0,15	0,31	2,32±0,48	1,09	2,71	129,91±26,73	121,10	151,83
Favacho Quociente	79,56±4,8	68,64	86,24	0,16±0,01	0,14	0,19	2,41±0,29	2,08	3,29	135,15±16,04	116,27	184,38
Havana do Favacho	73,39±20,31	67,86	84,27	0,16±0,02	0,14	0,20	2,30±0,17	2,06	2,50	128,78±9,52	115,21	139,96
Herdade Jupia	75,80±2,01	72,59	78,49	0,15±0,01	0,13	0,16	2,55±0,09	2,38	2,63	142,79±4,97	133,15	147,34
Madrigal Bela Cruz	75,26±3,82	69,32	80,28	0,15±0,02	0,13	0,18	2,53±0,33	2,13	3,16	141,93±18,37	119,51	176,70
Maragato L.J	78,15±3,61	72,33	82,02	0,15±0,01	0,14	0,17	2,44±0,26	2,19	2,89	136,32±14,69	122,79	161,66
Palhaço de Ituverava	82,25±3,39	75,62	86,90	0,17±0,02	0,14	0,21	2,24±0,25	1,89	2,76	125,30±14,05	105,72	154,43
Ringo D2	85,04±19,3	69,10	113,49	0,18±0,05	0,13	0,37	2,23±0,47	1,48	3,06	125,00±26,24	127,07	171,22
Rubi L.J	82,59±3,43	76,41	88,53	0,17±0,02	0,13	0,20	2,27±0,21	1,89	2,67	127,30±11,48	105,78	149,43
Tabatinga Predileto	78,22±3,11	73,74	82,51	0,14±0,01	0,12	0,15	2,45±0,16	2,29	2,71	137,00±9,14	128,01	151,93
Trilho da Zizica	81,24±4,31	74,20	88,22	0,17±0,02	0,13	0,21	2,25±0,23	1,78	2,75	125,89±12,73	109,52	153,95
Truc do Morro Grande	80,98±4,94	73,27	88,22	0,17±0,02	0,13	0,19	2,24±0,27	1,78	2,76	125,60±15,11	109,52	154,36

Legenda: IC – índice de carga; IT – índice torácico; ICF – índice de conformação; ICG1 – índice de carga 1.

Continuação...

ANCESTRAL	ICG2			ICR			ICO1			ICO2		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	233,89±24,32	183,35	269,99	99,69±1,94	96,37	102,33	3,29±0,36	2,57	3,85	6,63±0,73	5,17	7,76
Almanaque da Ogar	234,02±22,11	206,58	258,64	99,88±2,51	96,73	103,69	3,35±0,27	3,06	3,65	6,74±0,54	6,16	7,36
Angaí Bolero	214,44±44,17	156,63	281,83	92,24±29,12	90,67	105,86	3,21±0,68	2,31	4,44	6,46±1,37	4,66	8,94
Carvão L.J	229,71±21,37	187,37	272,39	101,82±3,05	96,09	106,12	3,40±0,36	2,73	4,09	6,85±0,72	5,49	8,23
Dólar do Sertão	226,68±19,26	203,38	253,34	99,87±1,36	97,67	101,41	3,28±0,26	2,97	3,66	6,60±0,53	5,98	7,36
Escala Bela Cruz	221,95±44,9	183,65	299,75	99,69±3,26	97,00	104,10	3,26±0,73	2,65	4,51	6,56±1,47	5,34	9,09
Farrapo Bela Cruz	220,38±45,34	153,66	257,57	98,03±2,37	95,53	102,33	3,22±0,50	2,07	3,92	6,49±1,00	4,17	7,89
Favacho Quociente	229,27±27,21	197,25	312,79	101,07±3,41	93,93	108,31	3,32±0,44	2,83	4,66	6,68±0,88	5,69	9,39
Havana do Favacho	218,47±16,15	195,45	237,43	90,96±24,27	96,27	104,73	3,17±0,24	2,87	3,49	6,39±0,49	5,77	7,04
Herdade Jupia	242,23±8,44	225,88	249,96	100,11±2,39	96,95	103,94	3,45±0,14	3,26	3,66	6,94±0,28	6,56	7,36
Madrigal Bela Cruz	240,78±31,15	202,74	299,75	98,36±3,24	94,39	104,10	3,41±0,52	2,77	4,51	6,87±1,05	5,58	9,09
Maragato L.J	231,26±24,92	208,30	274,25	99,46±2,59	95,89	102,37	3,19±0,38	2,83	4,04	6,43±0,77	5,69	8,13
Palhaço de Ituverava	212,56±23,84	179,35	261,99	100,25±3,2	96,23	106,02	3,11±0,40	2,47	3,93	6,26±0,81	4,98	7,92
Ringo D2	212,06±44,52	145,93	290,45	100,54±2,66	94,90	105,32	3,22±0,37	2,29	4,20	6,48±0,75	4,61	8,46
Rubi L.J	215,95±19,48	179,44	253,50	100,72±2,61	97,47	105,25	3,19±0,31	2,67	3,73	6,43±0,63	5,38	7,51
Tabatinga Predileto	232,41±15,50	217,16	257,74	101,89±1,98	99,66	104,74	3,30±0,27	3,09	3,72	6,65±0,54	6,23	7,48
Trilho da Zizica	213,56±21,59	168,83	261,17	99,50±2,65	95,65	103,37	3,13±0,37	2,39	3,87	6,31±0,74	4,81	7,79
Truc do Morro Grande	213,07±25,63	168,83	261,86	98,99±1,97	95,65	103,37	3,06±0,39	2,39	3,85	6,16±0,78	4,81	7,76

Legenda: ICG2 – índice de carga 2; ICR – índice corporal relativo; ICO1 – índice de compacidade 1; ICO2 – índice de compacidade 2;

Continuação...

ANCESTRAL	ICC		
	Média	Mínimo	Máximo
Abaíba Gim	3,93±0,63	3,04	5,02
Almanaque da Ogar	3,55±0,50	3,22	4,41
Angá Bolero	4,82±1,64	3,23	7,79
Carvão L.J	3,91±0,40	3,37	4,71
Dólar do Sertão	3,96±0,46	3,03	4,33
Escala Bela Cruz	3,85±0,61	2,97	4,63
Farrapo Bela Cruz	3,68±0,35	3,11	4,13
Favacho Quociente	3,80±0,45	2,76	4,61
Havana do Favacho	3,95±0,34	3,47	4,38
Herdade Jupiá	3,86±0,65	3,33	5,10
Madrigal Bela Cruz	3,85±0,53	2,97	4,39
Maragato L.J	3,77±0,45	3,04	4,26
Palhaço de Ituverava	4,04±0,48	3,21	4,83
Ringo D2	3,94±0,81	2,12	6,53
Rubi L.J	3,90±0,45	3,36	4,63
Tabatinga Predileto	3,85±0,29	3,54	4,35
Trilho da Zizica	4,15±0,46	3,47	5,25
Truc do Morro Grande	4,27±0,71	3,37	6,00

Legenda: ICC – índice de carga na canela

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A caracterização racial e o aprimoramento nas análises de características morfofuncionais selecionadas no Mangalarga Marchador são fundamentais para a conservação e o melhoramento deste grupo genético de equinos considerados patrimônio nacional do Brasil. E os resultados obtidos por meio deste estudo apresentam uma aplicabilidade direta aos criadores e profissionais da equideocultura, pois podem auxiliar e orientar sobre decisões importantes como a escolha de reprodutores para acasalamentos, contribuindo para o aumento do valor econômico associado aos animais do seu plantel.

## 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, descrevem.

#### 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 movimentar, 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 descreve.

#### **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, frente larga e plana;

2 - Perfil: retilíneo na frente 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 bípodes 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 bípodes diagonais pouco maiores que laterais; suave movimento de báscula 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 bípode diagonal colateral (apoio simultâneo) e se completa com o anterior oposto. Características ideais: regular,

justo, com boa impulsão, equilibrado, com nítido tempo de suspensão, discreto movimento de báscula 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 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 laterais, movimento discreto de anteriores, descrevendo semicírculo visto de perfil, boa flexibilidade de articulações.

**Aprovado pelo CDT – Conselho Deliberativo Técnico da ABCMM 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 - Despigmentação: Pele (Albinismo); Íris (Albinóide).
- 3 - Temperamento: vícios considerados graves e transmissíveis.
- 4 - Orelhas: mal dirigidas (Acabanadas)
- 5 - Perfil da frente: convexilneo
- 6 - Perfil do chanfro: convexilneo ou concavilneo
- 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 congênitas 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 congênitas do sistema genital feminino

14 – Andamento:

- Andadura
- Trote
- Marcha trotada

**XI - PONTOS PARA REGISTRO DEFINITIVO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>VALORES</b>
<b>I - APARÊNCIA GERAL</b>	4
<b>II – CABEÇA</b>	5
<b>III - CARACTERIZAÇÃO/EXPRESSÃO</b>	10
<b>IV – PESCOÇO</b>	4
<b>V – TRONCO</b>	23
Cernelha	3
Peito	2
Tórax	3
Dorso-lombo	7
Ancas	2
Garupa	5
Cauda	1
<b>VI – MEMBROS ANTERIORES</b>	24
Espádua	4
Antebraço / braço	4
Joelhos	3
Canelas	2
Boletos	3
Quartelas	2
Cascos	2
Aprumos	4
<b>VII – MEMBROS POSTERIORES</b>	20
Coxa/perna	4
Jarretes	3
Canelas	2
Boletos	3
Quartelas	2
Cascos	2
Aprumos	4
<b>VIII – AÇÃO</b>	10
Passo	5
Galope	5
<b>SUB-TOTAL</b>	100
<b>IX – ANDAMENTO</b>	100
<b>TOTAL</b>	200

**Observação:**

1 - Para fins de Registro Definitivo, o animal deverá obter, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) dos pontos de EXPRESSÃO/CARACTERIZAÇÃO E DE ANDAMENTO.

2 - Para o Registro Definitivo, deverá o animal ter obtido, no mínimo: a) Machos - 140 (cento e quarenta) pontos. b) Fêmeas - 120 (cento e vinte) pontos.