

CRISTIAN SILVA TEIXEIRA

**PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS DE CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS E DE ANDAMENTO EM EQUINOS DA RAÇA
MANGALARGA MARCHADOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Paulo Sávio Lopes

Coorientadores: Yamê Fabres R. S. da Silva
Fabyano Fonseca e Silva

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2019**

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

T

T266p
2019

Teixeira, Cristian Silva, 1991-

Parâmetros e tendências genéticas de características morfológicas e de andamento em equinos da raça Mangalarga Marchador / Cristian Silva Teixeira. – Viçosa, MG, 2019.

35 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Paulo Sávio Lopes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.33-35.

1. Cavalos - Melhoramento genético . I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.10821

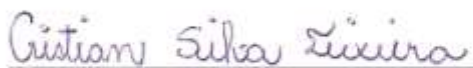
CRISTIAN SILVA TEIXEIRA

PARÂMETROS E TENDÊNCIAS GENÉTICAS DE CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS E DE ANDAMENTO EM EQUINOS DA RAÇA
MANGALARGA MARCHADOR

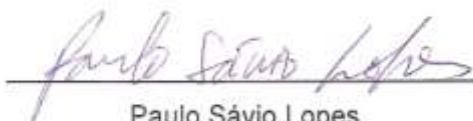
Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 26 de julho de 2019.

Assentimento:



Cristian Silva Teixeira
Autor



Paulo Sávio Lopes
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e sabedoria para seguir sempre em frente. Obrigada por ser a minha força e o meu guia em todos os momentos. Obrigado por colocar pessoas tão especiais a meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

A Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM), pela solicitude em disponibilização dos dados. Agradecimento especial aos colaboradores da ABCCMM, Henrique Machado, Thiago Rezende e Nicolas Andrade, que participaram espontaneamente deste trabalho. Por causa deles é que esta dissertação se sucedeu. Vocês merecem meu eterno agradecimento!

Ao professor Paulo Sávio Lopes, pela orientação paciente e dialógica, pela autonomia proporcionada, pelas palavras sábias e pontuais, pelas diversas sugestões de leituras, por acreditar em mim.

Ao professor Fabyano Fonseca, por toda a ajuda durante a realização deste trabalho. Sua contribuição é essencial para a concretização de todas as pesquisas desenvolvidas neste Programa de pós-graduação. Obrigada pela confiança e por me atender com paciência todas as vezes que bati em sua porta. Agradeço do fundo do coração por todo tempo destinado a me ajudar, sempre com calma e atenção. Serei eternamente grato por toda ajuda, você foi fundamental!

A professora Yamê Fabres, pessoa admirável e um grande exemplo de dedicação e inteligência. Realiza seu trabalho de forma brilhante, e ainda ajuda todos à sua volta. Sempre disponível e disposta a ajudar. Obrigado por todo conhecimento transmitido, contribuição, exemplo de humildade e pela convivência agradável no dia-a-dia.

Ao Professor Raphael Wenceslau e professora Renata Veroneze, pelos olhares atentos, pelas amplas sugestões e por terem aceito o convite para compor a banca do exame de defesa desta tese.

Ao ex professor Giovanni Ribeiro e ao ex funcionário Fernando Freitas, sempre foi grandes exemplos para mim, e hoje, agradeço por ter me incentivado a seguir no caminho da pós-graduação. Muito obrigado por tudo!

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia UFV e Programa de Pós Graduação em Estatística (em especial ao professor Paulo Roberto Cecon, vulgo “Cecon”), pelo rico aprendizado e pelas aulas memoráveis;

Aos funcionários da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, em especial a querida Fernanda e Gabriel, pela atenção, gentileza, amizade e solicitude.

A meus pais, Elza e João, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram em minha capacidade. Isso só me fortaleceu e me fez tentar, não ser o melhor, mas a fazer o melhor de mim. Obrigado pelo amor incondicional!

A minha mãe, obrigada por ensinar não só a mim, mas a toda família os valores mais preciosos de um ser humano: a humildade, o amor e o respeito ao próximo. Sem você nada teria graça. Meu amor por você é infinito!

A meus irmãos, meu agradecimento por sempre se orgulharem de mim e confiaram em meu trabalho. Obrigado pela confiança!

Aos meus velhos amigos, que conheci antes e na época da graduação e levarei para o resto da vida, mesmo com a distância vocês sempre estiveram presentes e me ajudaram durante o Mestrado, com um gesto de carinho ou uma palavra amiga. É muito bom saber que tenho vocês sempre comigo, meus bons e velhos amigos. Amo vocês!

Aos amigos/irmãos Thiago Vieira e Bruno Fontes (Feroz), pessoas iluminadas, e prova de que Deus coloca anjos em nossos caminhos. Grandes exemplos de força e serenidade. Obrigado por toda ajuda e por me oferecer um ombro amigo sempre que precisei. A vocês, minha eterna gratidão! “F₂A”.

A meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos! Obrigado.

Aos amigos e estagiários da UEPE Equideocultura, Alessandro, Amanda, Ana Clara, Andreza, Bruno Ambrósio, Bruno Fontes (Feroz), Carla, Carol, Dheyton, Douglas, Eduardo, Erica, Fernanda, Gabriel, Gabriela, Giulia, Hermano, Iara, Icaro (Timóteo), Jade, Janvievy, João Rubens, Leandro Pedrosa, Lorena, Lorraine, Lucas Bastos, Lucas Diniz, Marcela, Marcelo, Maria Clara, Maria Paula, Miriam, Natalie, Nicole, Oswaldo, Patrícia, Paulo, Samuel, Suellen, Thamires, Thiago, Victória, Vitor, Yamê e Ytalo (Palmito), nós passamos mais tempo juntos do que em nossa casa, com a nossa família. Conviver com vocês ao longo desses dois anos foi sensacional. Muito obrigada por toda forma de

ajuda, pela companhia, pelas inúmeras conversas e risadas. Vocês são muito especiais e tornam o trabalho muito mais agradável.

A todos os funcionários do DZO, UFV e ABCCMM por todo apoio e incentivo.

Aos funcionários e ex funcionários da UEPE Equideocultura, Arcínio, Bernardo, Edelson, Estevão, Evaldo, Fernando, Gilvan e Roberto, que cooperaram ativamente neste trabalho e nunca me negaram ajuda quando precisei. Agradeço muito a vocês não só pela ajuda profissional, mas pela ajuda pessoal, pois foram meus amigos diários em meu ambiente de trabalho. Obrigado de verdade!

Agradecimento especial aos Equídeos, fonte de inspiração e razão pelo qual me fez tornar-se Zootecnista. Uma paixão infinita. Eles proporcionam mais que a busca de conhecimento técnico e científico, uma lição de vida!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Finalmente, gostaria de agradecer à Universidade Federal de Viçosa, por abrirem as portas para que eu pudesse realizar deste sonho que é a minha dissertação do mestrado.

Ninguém vence sozinho! A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado!

“Não há conquistas fáceis,
São as estradas sinuosas que levam ao caminho certo”
(Afonso Opazo)

“Confia no Deus eterno de todo o seu coração
e não se apoie apenas na sua própria inteligência.

Lembre-se de Deus em tudo o que fizer,
e ele lhe mostrará o caminho certo”

Provérbio 3:5-6

BIOGRAFIA

Cristian Silva Teixeira, nascido em Viçosa, na Zona da Mata Mineira. Filho de Elza Helena da Silva e João Batista Teixeira. Iniciou o ensino primário na Escola Municipal José Lopes Valente Sobrinho, posteriormente ingressou o ensino fundamental e médio na Escola Estadual Alice Loureiro. Iniciou a graduação em Gestão Ambiental na Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde em 2010 concluindo em 2011/2. Iniciou graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa em 2012 concluindo em julho de 2017. Iniciou o Mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia em agosto de 2017, realizando pesquisa na área de Melhoramento Genético de Equinos da Raça Mangalarga Marchador, submetendo-se a defesa em 26 de julho de 2019. Em 2014 foi aprovado em concurso público na mesma instituição, sendo atualmente técnico chefe da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO

TEIXEIRA, Cristian Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2019. **Parâmetros e tendências genéticas de características morfológicas e de andamento em equinos da raça Mangalarga Marchador.** Orientador: Paulo Sávio Lopes. Coorientadores: Yamê Fabres Robaina Sancler da Silva e Fabyano Fonseca e Silva.

A raça Mangalarga Marchador é a principal raça de sela brasileira, possuindo o maior número de animais e a maior importância no âmbito cultural e econômico. Neste contexto, estimativas de parâmetros genéticos com respectivas tendências genéticas para características morfológicas são bastante relevantes para garantir o sucesso desta raça. Quinze características divididas em características morfológicas e tipos de marcha foram utilizadas no presente estudo. Os tipos de marcha foram classificados de acordo com as diferenças na movimentação simultânea dos membros durante o movimento. Foi utilizada a seguinte classificação: "Marcha Batida" (MB) e "Marcha Picada" (MP). Um total de 211.246 animais foi registrado pela Associação Brasileira dos Criadores de Cavalos Mangalarga Marchador (ABCCMM), no período de 1950 a 2018. Os modelos uni e multicaracterístico mistos foram aplicados para estimar os componentes genéticos de (co) variância. Os grupos contemporâneos foram compostos por sexo, ano de nascimento e ano da avaliação oficial da ABCCMM. Os efeitos fixos foram dados pelos referidos termos e registro técnico. As estimativas de herdabilidade (h^2) com respectivos erros-padrão variaram de $0,21 \pm 0,02$ a $0,23 \pm 0,02$ para animais classificados como "marcha picada"; e de $0,19 \pm 0,01$ a $0,22 \pm 0,01$ para "marcha batida". Com relação às correlações genéticas estimadas entre as características morfológicas, em geral, observamos baixa magnitude (incluindo zero) para os animais classificados como "marcha batida" ($-0,29 \pm 0,18$ a $0,25 \pm 0,09$) e "marcha picada" ($-0,23 \pm 0,12$ a $0,24 \pm 0,16$). Na análise de tendência genética, observa-se que foram positivos tanto para os tipos "marcha batida" quanto "marcha picada"; indicando um ganho genético no período avaliado (1950 a 2018). Em resumo, os resultados relatados indicam melhoramento genético da raça Mangalarga Marchador e revelam estimativas de parâmetros genéticos viáveis em termos de ganhos genéticos e adequação dos critérios de seleção usados.

Palavras-chave: Melhoramento genético. Cavalos. Marcha.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Cristian Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2019. **Parameters and genetic tendencies of morphological characteristics and gait in Mangalarga Marchador equines.** Advisor: Paulo Sávio Lopes. Co-advisors: Yamê Fabres Robaina Sancler da Silva and Fabyano Fonseca e Silva.

The Mangalarga Marchador breed is the main Brazilian saddle breed, having the largest number of animals and the greatest importance under a cultural and economic framework. In this context, genetic parameter estimates with respective genetic trends for morphological traits is quite relevant to ensure the success of this breed. Fifteen traits divided into morphological features and gait types were used in the present study. The gait types were classified according to differences on simultaneously movement of the limbs during the movement. The following classification was used here: "Marcha Batida" (MB) and "Marcha Picada" (MP). A total of 211,246 animals were recorded by Brazilian Association of Mangalarga Marchador Horse Breeders (ABCCMM), from 1950 to 2018. The single and multi-trait mixed models were applied to estimate the genetic (co)variance components. The contemporary groups were composed by sex, year of birth and year of the official evaluation by ABCCMM. The fixed effects were given by these mentioned terms and technician registration. Heritability estimates (h^2) with respective standard-errors ranged from 0.21 ± 0.02 to 0.23 ± 0.02 for animals classified as "marcha picada"; and from 0.19 ± 0.01 to 0.22 ± 0.01 for "marcha batida". With respect to the estimated genetic correlations between morphological traits, in general, we observed low magnitude (including zero) for animals classified as "marcha batida" (-0.29 ± 0.18 to 0.25 ± 0.09) and "marcha picada" (-0.23 ± 0.12 to 0.24 ± 0.16). In the analysis of genetic trend, it is observed that they were positive for both "marcha batida" and "marcha picada" types; thus indicating a genetic gain over the evaluated period (1950 to 2018). In summary, the reported results indicate genetic improvement of the Mangalarga Marchador breed and reveal feasible genetic parameters estimates in terms of genetic gains and suitability of the used selection criteria.

Keywords: Genetic breeding. Horses. Gait.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Coleta de Dados	14
4.2 Análises Estatísticas	19
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.CONCLUSÃO	31
6.REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A Equideocultura apresenta grande importância no contexto cultural e econômico do Brasil. Com um rebanho de aproximadamente 5 milhões de cabeças, movimenta anualmente em torno de R\$16,15 bilhões, e é responsável por gerar cerca de 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (MAPA, 2016). Neste cenário insere-se o cavalo da raça Mangalarga Marchador (MM), originário do estado de Minas Gerais, sendo regulamentado pela Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM), que é a maior associação de criadores de cavalos da América Latina. A ABCCMM possui o maior número de animais e associados inscritos e tem como objetivo as exposições da raça, concursos e copas de marcha, enduro, cavalgada e lazer. Além do Brasil, a raça MM possui exemplares em diversos países, como Alemanha, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Holanda, Israel, Peru, Portugal e Uruguai.

O aumento das atividades equestres, a competitividade e o profissionalismo têm levado os profissionais a buscarem maiores conhecimentos sobre melhoramento genético e critérios de seleção. Na equinocultura, o melhoramento genético é voltado para as características de conformação e desempenho. Como características de conformação podem ser citadas altura de cernelha e garupa, comprimento da cabeça, pescoço, dorso lombo, garupa, espádua, e corpo, largura da cabeça e ancas, e perímetro torácico e da canela (PETRY et al., 2012). Como característica de desempenho, pode-se destacar a marcha, ou seja, a qualidade do andamento e o tipo de movimento.

Os parâmetros genéticos das características são obtidos a partir dos componentes de covariância, e apresentam grande importância por constituírem as ferramentas necessárias para o delineamento dos programas de melhoramento genético animal (GHIASI, et al., 2013). Os principais parâmetros genéticos são a herdabilidade (h^2), e a correlação genética (r_G).

O conhecimento dos parâmetros genéticos é indispensável para determinação do critério de seleção e predição do ganho genético na população (FALCONER, 1996). Além disso, é importante acompanhar os resultados da avaliação genética para monitorar o progresso genético ao longo do tempo e fazer os ajustes de forma eficiente, a fim de otimizar o ganho genético futuro.

Uma das formas de fazer esse monitoramento é pela avaliação da tendência genética, a qual avalia a mudança causada pelo processo de seleção ao longo do tempo (Silva et al., 2001).

Nesse sentido, objetivou-se estimar parâmetros genéticos e tendências genéticas para características morfológicas, de andamento e nota final em equinos da raça Mangalarga Marchador, a fim de estabelecer critérios de seleção da raça.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar as herdabilidades das características nota de andamento, nota de morfologia e nota final de marcha batida e picada em equinos da raça Mangalarga Marchador.
- Estimar as correlações genéticas entre as medidas lineares e a nota de andamento, nota de morfologia e nota final em equinos raça Mangalarga Marchador.
- Estimar as tendências genéticas das características nota de andamento, nota de morfologia e nota final em equinos raça Mangalarga Marchador.

3. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de Dados

O conjunto de dados utilizado nesse estudo foi disponibilizado pelo Serviço de Registro Genealógico da ABCCMM e continha um total de 211.246 animais registrados no livro fechado de 1950 a 2018, de marcha batida e picada. Essas marchas diferem entre si pela distribuição do tempo de apoio no solo. Na marcha batida há menor proporção de apoios tríplices e laterais em comparação à marcha picada (PROCÓPIO, 2005). Desses animais, 164.795 eram fêmeas (114.624 de marcha batida e 50.171 de marcha picada), 46.439 eram machos não castrados (33.976 de marcha batida e 12.463 de marcha picada) e 12 animais eram machos castrados de marcha batida. Para cada animal, a ABCCMM mantém registros de genealogia, caracterização morfométrica, sexo,

data de nascimento, data da resenha, notas de competições de morfologia, notas de competição de andamento e notas finais de marcha picada ou marcha batida.

Foram analisadas 12 características morfológicas provenientes do registro genealógico, descritas a seguir (Fonseca et al., 2018):

1. Altura na cernelha – obtida desde o solo até o ponto mais alto da cernelha, compreendido entre a borda superior das duas espáduas.

2. Altura na garupa - distância entre o ponto mais alto da transição lombo-sacra e o solo.

3. Perímetro torácico - circunferência tomada no final da cernelha até a passagem da cilha ou parte côncava do esterno.

4. Perímetro da canela - circunferência tomada no terço médio do osso metacarpo esquerdo.

5. Comprimento da cabeça - distância entre a extremidade proximal da cabeça, crista nugal, e a parte medial ou central da arcada incisiva superior (ponta do focinho).

6. Comprimento do pescoço - distância entre a extremidade cranial do arco dorsal do atlas e o terço médio da borda cranial da escápula.

7. Comprimento do dorso-lombo - distância entre o final da cernelha, processo espinhoso da 8ª vértebra torácica, e a tuberosidade ilíaca.

8. Comprimento da garupa - distância que vai do ângulo externo do íleo ou ponta da anca ao ângulo posterior ou externo do ísquio (ponta da nádega).

9. Comprimento da espádua - distância entre a porção central da extremidade proximal da cartilagem escapular e o centro da articulação escápulo-umeral (ponta da espádua).

10. Comprimento do corpo - distância que vai da ponta da espádua à ponta da nádega.

11. Largura da cabeça – distância entre as extremidades distais dos processos zigomático-frontais ou supra-orbitários direitos e esquerdo.

12. Largura da garupa - distância entre as extremidades laterais das tuberosidades ilíacas direita e esquerda (região das ancas direita e esquerda).

Além disso, foram avaliadas as características nota de morfologia, nota de andamento e nota final, provenientes do registro genealógico dos animais, com base no padrão racial de morfologia, criado em 1950 e atualizado e

aprovado pelo Conselho Deliberativo Técnico (CDT) da ABCCMM e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento (MAPA) em 24 de junho de 1998 e 05 de julho de 2000, respectivamente, e no padrão racial para andamento aprovado em 11 de fevereiro de 2003 pelo CDT e 08 de dezembro de 2003 pelo MAPA.

A nota de morfologia é dada por um grupo de técnicos credenciados e capacitados pela ABCCMM. A nota varia de 1 a 100. Os animais que apresentam maior conformidade das características com o padrão racial definido pela ABCCMM recebem as maiores notas. As características e suas ponderações na composição da pontuação da avaliação morfológica são descritas na tabela 1 (ABCCMM, 2009).

Tabela 1. Descrição das características utilizadas na composição da pontuação morfológica em equinos da raça Mangalarga Marchador.

Característica	Valores
I – Aparência	4 pontos
II – Cabeça	5 pontos
III - Caracterização/Expressão	10 pontos
IV – Pescoço	4 pontos
V – Tronco	23 pontos
Cernelha	3 pontos
Peito	2 pontos
Tórax	3 pontos
Dorso-lombo	7 pontos
Ancas	2 pontos
Garupa	5 pontos
Cauda	1 pontos
VI - Membros anteriores	24 pontos
Espádua	4 pontos
Antebraço	4 pontos
Joelhos	3 pontos
Canelas	2 pontos
Boletos	3 pontos
Quartelas	2 pontos
Cascos	2 pontos
Aprumos	4 pontos
VII - Membros posteriores	20 pontos
Coxa/perna	4 pontos
Jarretes	3 pontos
Canelas	2 pontos
Boletos	3 pontos
Quartelas	2 pontos
Cascos	2 pontos
Aprumos	4 pontos
VIII – Ação	10 pontos
Passo	5 pontos
Galope	5 pontos
Total	100 pontos

A nota de andamento também é atribuída pelo quadro de técnicos da ABCCMM, variando de 0 a 100 pontos. Os animais são avaliados em movimento em diferentes velocidades, buscando sempre o animal que mais se enquadra no padrão racial, tendo como referência 8 características, as quais estão descritas a seguir (ABCCMM, 2000):

1. Apoio - definido como o contato do casco do animal no solo e sua manutenção, sendo o apoio total do casco ou apoio parcial dele. O apoio é dividido em diversos tipos, sendo eles: apoio diagonal (quando os cascos de um dos bípedes diagonais está em contato com o solo), apoio lateral (quando um dos bípedes laterais está em contato com o solo), tríplice apoio (um membro em suspensão total e os outros três em contato total ou parcial com o solo), e o apoio monopedal (quando três membros estão em suspensão total e apenas um está em apoio total ou parcial com o solo).

2. Tipo de pegada – durante a extensão do membro e apoio, o posterior pode realizar três tipos de pegadas: a sobrepegada (quando o posterior apoia em cima do local onde o anterior havia se apoiado), a retropegada (quando o posterior apoia atrás do rastro do anterior) e ultrapegada (quando o posterior apoia à frente do rastro do anterior).

3. Gesto de marcha – é o critério soberano e compreende a qualidade do diagrama com a dissociação do animal, aliado ao movimento de posterior e anterior.

4. Confortidade – o árbitro monta nos animais, e avalia a maciez e o conforto que o cavalo proporciona para o cavaleiro durante a condução.

5. Estilo – observa se o animal mantém uma posição nobre, elegante e em harmonia com seus movimentos, buscando sempre animais com um conjunto de frente oblíquo em relação ao solo e a cauda justaposta ao corpo.

6. Adestramento – é avaliado quando o árbitro monta no animal. O animal deve apresentar uma posição de cabeça fazendo 45 graus em relação ao solo, e apresentando corretamente as transições do passo para a marcha e vice-versa. O animal deve se manter calmo, direito, impulsionado, apoiado (descontraído e sem peso excessivo na mão do cavaleiro) e submisso (solícito às ajudas do cavaleiro).

7. Rendimento – avalia-se a resultante das passadas do animal, que devem ser elásticas e avantes e o animal deve percorrer um maior espaço com o menor número de passadas possíveis. Assim, o animal percorre uma área com maior facilidade, com bom avanço de seus membros sem desperdiçar movimento, sendo apresentado em ritmo de seu andamento natural.

8. Regularidade – deve ser observada durante toda a duração da prova. O desejável é que o animal entre e saia da mesma forma, mantendo bom diagrama, movimentação, estilo, comodidade e ritmo de apresentação.

A nota final é a soma da nota de morfologia e nota de andamento, sendo atribuída ao final da avaliação.

4.2 Análises Estatísticas

Os dados foram organizados utilizando os programas Excel e R Core Team. Os grupos de contemporâneos (GC) foram compostos por rebanho, ano e estação de nascimento. Os animais pertencentes a GC com menos de 5 informações foram excluídos.

As análises foram realizadas para os animais de raça batida e picada separadamente e a estatística descritiva dos dados encontra-se na tabela 2.

Tabela 2. Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%) e valores mínimo (Min) e máximo (Max) das características nota de andamento, nota de morfologia e nota final de equinos da raça Mangalarga Marchador, de marcha picada e marcha batida.

MARCHA PICADA					
Característica	Média	DP	CV (%)	Min	Max
Nota de andamento	66,46	22,91	34	38	91
Nota de morfologia	66,55	24,40	36	42	90
Nota final	130,72	40,33	30	41	191
MARCHA BATIDA					
Nota de andamento	54,78	31,66	57,8	16	100
Nota de morfologia	53,18	32,80	61,7	39	100
Nota final	92,14	47,46	51,5	40	196

As herdabilidades foram estimadas a partir das análises unicaracterísticas e as correlações genéticas e correlações fenotípicas, das análises multicaracterísticas. As análises foram realizadas utilizando os softwares da família BLUPF90 (MISZTAL et al., 2002), considerando o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e o algoritmo AIREML (Average Information

Restricted Maximum Likelihood – Informação Média da Máxima Verossimilhança Restrita), disponível no software AIREMLF90.

As tendências genéticas foram estimadas pela regressão das médias dos valores genéticos preditos dos animais para cada característica sobre o ano de nascimento, fornecendo, assim, a mudança genética anual dentro da raça para cada característica. Consideraram-se como efeitos fixos o grupo de contemporâneos, sexo, ano de nascimento e ano da resenha e como covariável foi considerado o efeito do técnico de registro.

O modelo para as análises unicaracterísticas foi dado por:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e} \quad [1]$$

em que: \mathbf{y} = vetor de observações; \mathbf{b} = vetor de efeitos fixos de grupo de contemporâneo; \mathbf{X} = matriz de incidência de efeitos fixos; \mathbf{a} = vetor de efeitos genéticos aditivos; \mathbf{Z} = matriz de incidência de efeitos genéticos aditivos; \mathbf{e} = vetor de efeito residual. Nesse modelo, assume-se que $\mathbf{a} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{A}\sigma_a^2)$ e $\mathbf{e} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{I}\sigma_e^2)$, em que \mathbf{A} é a matriz dos numeradores dos coeficientes de parentesco de Wright entre os animais, \mathbf{I} é uma matriz identidade e σ_a^2 e σ_e^2 são as variâncias genética aditiva e residual, respectivamente.

As estimativas de correlações genética e fenotípica foram obtidas utilizando o modelo apresentado em [1] por meio de análises bi-características. Neste caso, assume-se que $\mathbf{a} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{G}_0 \otimes \mathbf{A})$ e $\mathbf{e} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{R}_0 \otimes \mathbf{I})$, em que \mathbf{G}_0 e \mathbf{R}_0 representam, respectivamente, as matrizes de (co)variâncias genéticas e residuais, e \otimes a notação do operador de Kronecker. A significância das correlações genéticas foram verificadas por meio do erro-padrão fornecido pelo software utilizado. O erro-padrão foi então empregado no teste de hipótese assintótico assumindo-se distribuição normal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de h^2 variaram de $0,21 \pm 0,02$ a $0,23 \pm 0,02$ para animais de marcha picada e de $0,19 \pm 0,01$ a $0,22 \pm 0,01$ para animais de marcha batida (Tabela 2). Para animais de marcha picada, a nota de andamento apresentou a maior estimativa de h^2 , seguida da nota de morfologia e nota final, respectivamente. Já para animais de marcha batida, a nota final apresentou a maior estimativa de h^2 , seguida da nota de andamento e nota de morfologia, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Componentes de variância e estimativas de herdabilidade para as características nota de andamento, nota de morfologia e nota final avaliadas em cavalos Mangalarga Marchador de marcha picada e batida.

CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	TIPO DE MARCHA	
		PICADA	BATIDA
NOTA DE ANDAMENTO	σ^2_a	41,74 (7,27) ¹	34,40 (1,50)
	σ^2_e	140,53 (7,54)	126,58 (1,31)
	h^2	0,23 (0,02)	0,21 (0,01)
NOTA DE MORFOLOGIA	σ^2_a	39,35 (6,92)	32,39 (1,49)
	σ^2_e	139,27 (7,22)	135,83 (1,35)
	h^2	0,22 (0,02)	0,19 (0,01)
NOTA FINAL	σ^2_a	134,61 (24,05)	108,87 (4,60)
	σ^2_e	495,59 (25,17)	385,34 (3,99)
	h^2	0,21 (0,02)	0,22 (0,01)

σ^2_a : variância genética aditiva; σ^2_e : variância residual; h^2 : herdabilidade.

¹Erros-padrão entre parênteses.

Em geral, as estimativas de h^2 para as características avaliadas foram de média magnitude, indicando que a seleção para tais características pode levar a um progresso genético razoável na raça MM. Em relação à menor h^2 encontrada para a característica nota de morfologia dos animais de marcha batida ($0,19 \pm 0,01$), esta pode estar relacionada à forma de seleção pelos criadores, uma vez que grande parte destes selecionam os animais priorizando andamento marchado (característica marcante da raça) e desempenho em pista, deixando um pouco a desejar na seleção de características morfológicas. Muitas vezes os criadores desconsideram a diferença esperada na progênie e o ganho genético para características importantes e exigem que os animais possuam extrema

habilidade atlética (Evans, 1987). Herdabilidades baixas ou moderadas podem ser resultado de efeitos de manejo e ambiente, indicando que a baixa proporção da variância total é atribuída aos efeitos dos genes (Falconer e Mackay, 1996).

As estimativas de h^2 encontradas neste estudo foram menores que as reportadas por Costa et al. (1997) para pôneis da raça Brasileira, no qual os autores encontraram valores de h^2 das características de andamento e morfologia variando entre 0,25 a 0,52. Além disso, as h^2 também foram inferiores aos valores estimados por Molina et al (1999) em um estudo com cavalos Andaluz, no qual os autores obtiveram valores de h^2 variando entre 0,35 e 0,95 para características morfofuncionais. O que demonstram que nessa raça essas características são fortemente influenciadas por fatores genéticos. Correa e Mota (2006) realizaram um estudo com animais da raça Quarto de Milha e encontraram baixas estimativas de herdabilidade para características de velocidade. Já Bramante et al. (2016) encontraram herdabilidades moderadas (0,27 a 0,31) para características morfológicas em cavalos da raça Murgese. Bussiman et al. (2018) ao avaliarem animais de marcha da raça Campolina, encontraram estimativas de herdabilidade para características de conformação variando de 0,11 a 0,30.

Rustin et al. (2009), em estudo com característica de conformação em cavalos Belgian Warmblood, encontraram estimativas de herdabilidade variando de 0,15 a 0,55. Os resultados de alguns trabalhos são diferentes dos apresentados no presente trabalho não só por analisarem dados de raças diferentes, mas também por utilizarem metodologias distintas na padronização dos dados para estimação dos componentes de variância. No presente trabalho, os dados foram obtidos por um sistema de pontuação linear (nota) de avaliação visual para atribuição de valores às diferentes regiões corporais e desempenho. Segundo Sánchez et al. (2013), os parâmetros genéticos obtidos através do sistema de pontuação linear também são capazes de gerar informações de qualidade para avaliação das características.

Em geral, as r_A foram de baixa magnitude ou iguais a zero tanto para os animais de marcha batida quanto para os animais de marcha picada (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Estimativas de correlação genética entre as características lineares e as notas de andamento, morfologia e nota final para animais de Marcha Batida da raça Mangalarga Marchador.

Animais de Marcha Batida			
	Nota de Andamento	Nota de Morfologia	Nota Final
Altura de cernelha	0,14 (0,04) ¹	0,04 (0,06)	0,03 (0,05)
Altura de garupa	-0,12 (0,07)	0,15 (0,04)	0,06 (0,05)
Comprimento da cabeça	-0,07 (0,07)	-0,10 (0,09)	-0,12 (0,10)
Comprimento do pescoço	-0,26 (0,17)	-0,29 (0,18)	-0,03 (0,05)
Comprimento dorso lombo	-0,04 (0,07)	-0,06 (0,07)	-0,06 (0,07)
Comprimento da garupa	0,17 (0,04)	-0,14 (0,10)	-0,03 (0,05)
Comprimento da espádua	0,22 (0,07)	0,04 (0,02)	0,03 (0,02)
Comprimento do corpo	0,05 (0,12)	0,03 (0,06)	0,02 (0,06)
Largura da cabeça	-0,05 (0,02)	-0,03 (0,02)	-0,03 (0,02)
Largura das ancas	0,09 (0,01)	0,25 (0,09)	0,19 (0,06)
Perímetro torácico	0,07 (0,08)	0,19 (0,03)	0,13 (0,05)
Perímetro da canela	0,08 (0,09)	0,17 (0,18)	0,13 (0,002)

¹ Erros-padrão entre parênteses

Tabela 4. Estimativas de correlação genética entre as características lineares e as notas de andamento, morfologia e nota final para animais de Marcha Picada da raça Mangalarga Marchador.

Animais de Marcha Picada			
	Nota de Andamento	Nota de Morfologia	Nota Final
Altura de cernelha	0,15 (0,05)	0,05 (0,07)	0,03 (0,01)
Altura de garupa	-0,03 (0,08)	0,10 (0,06)	-0,06 (0,01)
Comprimento da cabeça	0,15 (0,01)	0,23 (0,04)	0,24 (0,16)
Comprimento do pescoço	-0,10 (0,03)	-0,06 (0,02)	-0,02 (0,02)
Comprimento dorso lombo	-0,20 (0,27)	-0,20 (0,27)	-0,23 (0,12)
Comprimento da garupa	0,16 (0,05)	0,04 (0,07)	0,02 (0,01)
Comprimento da espádua	-0,06 (0,10)	0,07 (0,09)	0,10 (0,004)
Comprimento do corpo	0,19 (0,10)	0,13 (0,12)	0,10 (0,02)
Largura da cabeça	-0,12 (0,20)	0,05 (0,03)	-0,06 (0,04)
Largura das ancas	0,09 (0,07)	0,05 (0,01)	0,23 (0,05)
Perímetro torácico	0,11 (0,02)	0,23 (0,04)	0,02 (0,05)
Perímetro da canela	0,11 (0,13)	0,23 (0,27)	0,03 (0,03)

¹ Erros-padrão entre parênteses

Em relação às estimativas de r_G entre as características lineares e as notas de andamento, morfologia e nota final, nos animais de Marcha Batida as correlações variaram de $-0,29 \pm 0,18$ a $0,25 \pm 0,09$ (Tabela 3) e nos animais de marcha picada, as r_G variaram de $-0,23 \pm 0,12$ a $0,24 \pm 0,16$ (Tabela 4). Rustin et al. (2009) ao avaliarem cavalos belga, encontraram correlações genéticas positivas entre características de andamento e conformação variando de 0,60 a

0,98. As maiores correlações genéticas, variando de 0,88 a 0,98, foram encontrados entre características de andamento, e entre comprimento da passada e marcha.

Em um estudo com cavalos Andaluz, Molina et al. (1999) observaram resultados de r_A variando de 0,11 a 0,95 entre características de conformação. Prado e Mota (2008) estimaram correlações entre andamento e características de conformação e encontraram valores moderados (0,55) entre elas. Os autores inferiram que a seleção aplicada à conformação pode levar a mudanças genéticas favoráveis para andamento. Assim, quando avaliadas em conjunto, será possível direcionar a seleção não só baseada na morfometria, mas também na avaliação do andamento (Valera et al., 2008).

Nas correlações entre nota de andamento e as características lineares para os animais de Marcha Batida (Tabela 3), o Comprimento da espádua apresentou maior correlação genética positiva ($0,22 \pm 0,07$), seguida do Comprimento da garupa ($0,17 \pm 0,04$), mostrando que estas medidas estão relacionadas, mesmo que com baixa magnitude, ao desempenho, amplitude de movimento e qualidade do andamento dos animais. A espádua deve ser oblíqua para permitir a ampla projeção dos membros anteriores, o que está relacionado a andamentos mais desenvolvidos e com maior suavidade. A direção da escápula influencia a angulação e a articulação entre os ossos escápula e úmero, conhecida como a articulação escápulo-umeral, sendo responsável pelo comprimento da passada do animal, possuindo assim, relação direta com a comodidade e rendimento do andamento (Lage et al. 2009). Correlação genética positiva (0,14) entre estas características foi encontrado por Fonseca (2018) na avaliação de tríplice apoio (tipo de apoio característico de marcha) em estudo de cinemática do movimento de animais MM, mostrando que há relação com a frequência de passada do animal. Já o Comprimento da garupa está relacionado a impulsão, engajamento e amplitude de movimento dos membros posteriores. A garupa deve ser longa, proporcional, levemente inclinada, musculosa, com tuberosidade sacral pouco saliente e de altura não superior a cernelha (ABCCMM, 2000). Garupa levemente inclinada contribui para melhor articulação coxo-femoral e qualidade de movimento dos animais durante o andamento.

Ainda nas correlações entre a nota de andamento e as características lineares para os animais de marcha batida (Tabela 3), observa-se que o Comprimento do pescoço apresentou correlação genética negativa ($-0,26 \pm 0,17$), evidenciando a influência desta medida sobre a qualidade do andamento. Animais com pescoço compridos tendem a ter pior qualidade de movimento dos membros anteriores, pois influência na implantação e obliquidade da espádua, comprometendo diretamente o andamento pela amplitude, equilíbrio, qualidade de movimento e na equitação do animal durante a avaliação.

As demais medidas lineares apresentaram correlações baixas ou zero com a nota de andamento nos animais de Marcha Batida (Tabela 3). Apesar da baixa r_a ($0,14 \pm 0,04$), a Altura de cernelha é um dos fatores mais relevantes e limitantes dentro do padrão racial, pois apresenta o intervalo mínimo e máximo para o animal ser registrado. Segundo o padrão racial do MM, animais que apresentam comprimento do corpo igual à altura da cernelha são denominados proporcionais e mediolíneos. Já os animais que apresentam medida de altura de cernelha maior que a medida do comprimento do corpo tendem a apresentar pior qualidade de andamento, pois possuem flexão, extensão e apoio do membro no solo prejudicados, afetando a qualidade de movimento. Santiago et al. (2014) constataram em fêmeas campeãs da raça, maior altura de cernelha (4,0cm) em relação à média do rebanho nacional, e proporcionalmente maior comprimento do corpo.

Em relação às correlações entre nota de morfologia e as características lineares para animais de Marcha Batida, a Largura das ancas apresentou maior correlação genética positiva ($0,25 \pm 0,09$), seguida do Perímetro torácico ($0,19 \pm 0,03$). Segundo padrão racial da ABCCMM, deve-se buscar sempre ancas simétricas, proporcionais e bem musculosas. A largura das ancas está relacionada com a estabilidade corpórea e conformação dos animais, além de contribuir para melhor amplitude dos membros posteriores durante o movimento. Espera que equinos com maior perímetro torácico tenham maior capacidade respiratória e conseqüentemente melhor desempenho durante a prova de marcha. Santiago et al. (2014) constataram que as fêmeas campeãs da raça apresentaram maior perímetro torácico em relação à média do rebanho nacional.

A correlação entre a nota de morfologia e o Comprimento do pescoço, apresentou correlação genética negativa ($-0,26 \pm 0,17$), revelando o efeito dessa medida na conformação e aparência do animal. Segundo o padrão racial, o pescoço deve ter forma piramidal, leve em sua aparência geral, proporcional, oblíquo, de musculatura forte, apresentando equilíbrio e flexibilidade, com inserções harmoniosas com outras regiões. Animais com pescoço muito longo ou muito curto tende influenciar a obliquidade e a proporcionalidade entre as regiões, além de comprometer e desfavorecer a aparência geral e o equilíbrio.

Em relação às correlações entre nota final e as medidas lineares para os animais de marcha batida (Tabela 3), a Largura das ancas também apresentou maior correlação ($0,19 \pm 0,06$), seguida do Perímetro da canela ($0,13 \pm 0,002$) e Perímetro torácico ($0,13 \pm 0,05$). O perímetro de canela é uma característica de fácil mensuração e apresenta grande importância dentro da raça MM, pois a estrutura das partes do animal condiz com uma boa conformação e uma morfologia de qualidade que atende ao padrão racial, de tal forma que perímetro intermediário corresponde a melhor implantação dos tendões, garantindo melhor desenvolvimento do aparelho locomotor equino. Canelas muito finas e muito grossas expressam pior conformação, uma vez que animais de sela devem apresentar proporções mediolíneas. A canela deve ser perpendicular ao solo, sem desvios e sem saliências ósseas (ABCCMM, 2000). As ancas devem ser simétricas, proporcionais e bem musculadas (ABCCMM, 2007). A largura da anca constitui característica desejável, relacionada à presença de músculos mais longos, capazes de amplas contrações, facilitando movimentos de propulsão e engajamento dos posteriores (Nascimento, 1999), possivelmente presente e de grande importância nos equinos deste estudo. O perímetro torácico fornece dados indicativos relacionados ao arqueamento de costelas, a capacidade respiratória e ao peso corporal. Espera que equinos com maior perímetro torácico tenham maior capacidade cardiorrespiratória e consequentemente melhores notas durante avaliação.

As demais medidas lineares apresentaram correlações baixas com a nota final, indicando que estas medidas não possuem relação genética com a nota final. Assim, na definição dos critérios de seleção, características que apresentam maior correlação devem ser consideradas na seleção.

Em geral, as estimativas das r_A para os animais de Marcha Picada (Tabela 4) foram menores que as correlações estimadas para os animais de marcha batida (Tabela 3). Esta diferença nas estimativas pode estar associada ao número menor de animais de marcha picada no banco de dados avaliado quando comparado ao número de animais de marcha batida, além do processo de seleção desses animais ser mais recente. Na marcha picada, a maior correlação genética positiva encontrada para nota de andamento foi Comprimento do corpo ($0,19 \pm 0,10$), isso pode estar relacionado com a maior frequência de tríplice apoio, contribuindo para maiores notas de andamento. Fonseca (2018), em estudo com variáveis cinemáticas e morfométrica em equinos da raça Mangalarga Marchador, observou associação positiva (0,19) para comprimento do corpo e tríplice apoio nos animais de marcha picada. Outras correlações observadas com a nota de andamento nos animais de marcha picada, foram de Comprimento da garupa ($0,16 \pm 0,05$), Altura de cernelha ($0,15 \pm 0,05$) e Comprimento da cabeça ($0,15 \pm 0,01$). Isso pode implicar em uma relação de crescimento entre essas características corroborando com o resultado (0,59) encontrado por Lage et. al. (2009), que mostra o sincronismo do crescimento do animal.

As maiores correlações genéticas positivas encontradas entre a nota de morfologia e medidas lineares foram Comprimento da cabeça ($0,23 \pm 0,04$), Perímetro torácico ($0,23 \pm 0,04$) e Perímetro da canela ($0,23 \pm 0,27$). O comprimento da cabeça está relacionado a estabilidade corpórea, harmonia do conjunto de frente, aparência e estilo. Segundo o padrão racial da ABCCMM, a cabeça deve apresentar forma triangular, bem delineada, média e harmoniosa com frente larga e plana, além de apresentar perfil retilíneo na frente e de retilíneo a sub côncavo no chanfro. O perímetro torácico está relacionado ao maior arqueamento de costela e conseqüentemente maior capacidade cardiorrespiratória proporcionando melhor desempenho. Já o perímetro da canela está relacionado a estrutura, sendo componente importante do conjunto (membros) de sustentação do animal. As canelas devem ser retas, curtas, descarnadas, verticais, com tendões fortes e bem delineados (ABCCMM, 2000). Em relação às correlações entre nota final e as medidas lineares para os animais de Marcha picada (Tabela 4), o Comprimento da cabeça também apresentou maior correlação genética positiva ($0,24 \pm 0,16$), seguido de Largura das ancas

($0,23 \pm 0,05$). A largura das ancas contribui positivamente com as angulações e com amplitude de movimento, facilitando a propulsão e engajamento dos membros.

Destaca-se as correlações entre o Comprimento de cabeça e as notas de andamento ($0,15 \pm 0,01$) e de morfologia ($0,23 \pm 0,04$) e a nota final ($0,24 \pm 0,16$) nos animais de marcha picada, mostrando que esta característica apresenta uniformidade dentro da raça, como preza o padrão racial da ABCCMM.

A análise da tendência genética para as características estudadas nos animais de marcha batida e marcha picada foi obtida por meio da regressão dos valores genéticos em função dos anos. De acordo com essas análises (Figuras 1 e 2), observa-se que as tendências genéticas foram positivas tanto para Marcha Batida quanto para Marcha Picada.

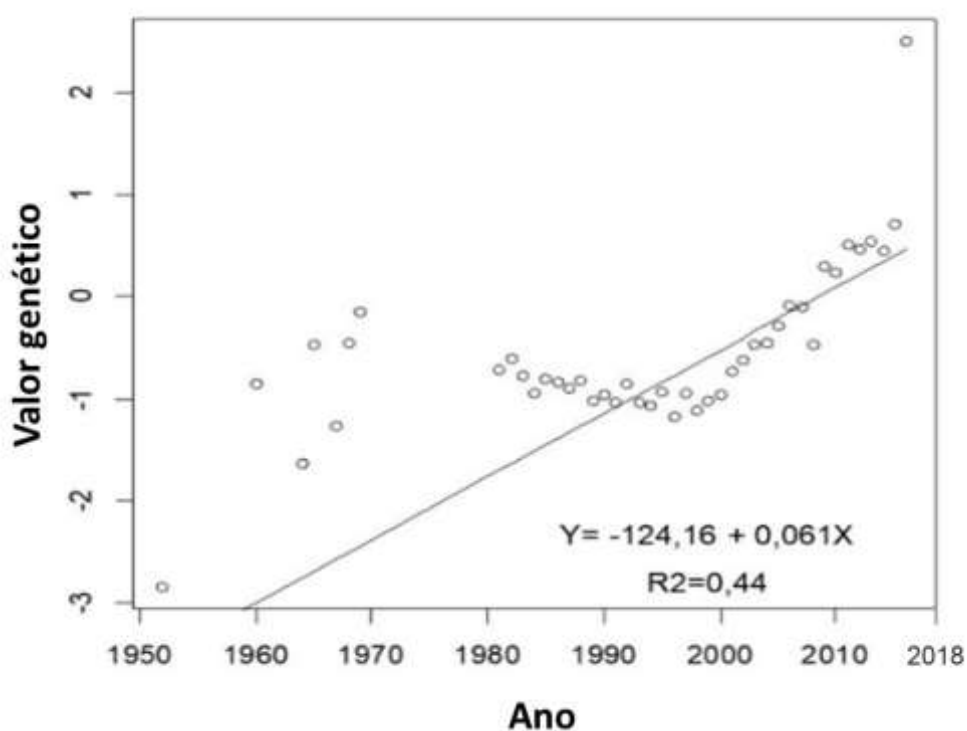


Figura 1: Estimativa de tendência genética da Marcha Batida - 1950 a 2018

A tendência genética da marcha batida foi crescente, tendo ganho genético durante o período avaliado (1950 a 2018). Entre os anos de 1950 a 1980, o ganho genético foi positivo, mostrando que a seleção e os acasalamentos estavam sendo feito de forma mais acurada e criteriosa. No entanto, entre os anos de 1981 a 2000, o ganho genético reduziu, indicando que

houve influência de algum fator. Um dos fatores pode ter sido a inclusão de animais no livro aberto temporário de registros (possibilidade de registro de animais sem genealogia comprovada ou pai e mãe desconhecidos, sendo avaliado o fenótipo dos animais por uma comissão técnica) que se encontrou aberto nesse período, onde muitos animais foram introduzidos na raça, e utilizados em acasalamentos posteriores. Como esses animais registrados no livro aberto não passaram por um processo de seleção ao longo dos anos, algumas características não foram selecionadas de acordo com o padrão racial, podendo ter influenciado o ganho genético da raça.

Após o ano de 2000, observa-se novo aumento no ganho genético, período do fechamento do livro aberto de registros. Atualmente, o livro novamente se encontra aberto e, segundo o relatório de inspeções apresentado pelo Setor de Registro Genealógico, os técnicos da ABCMM realizaram, desde dezembro de 2015 até janeiro de 2019, 29 vistorias de livro aberto em diferentes estados (MG, BA, SP, RJ, ES, PE, GO, SC).

Costa et al, (2001) avaliaram as tendências genéticas de medidas morfométrica de pôneis da raça Brasileira, e encontraram valores negativos para todas as medidas no período avaliado. Esses autores constataram que esses resultados foram favoráveis para quase todas as medidas, uma vez que a redução do tamanho desses animais é benéfica devido à valorização de animais menores. Maruch (2018) em estudo com características morfológicas em animais mangalarga marchador encontrou tendência genética positiva e de pequena magnitude ao longo de 26 anos e constatou que a baixa magnitude pode estar associada aos tipos morfológicos pré-estabelecidos como padrão da raça.

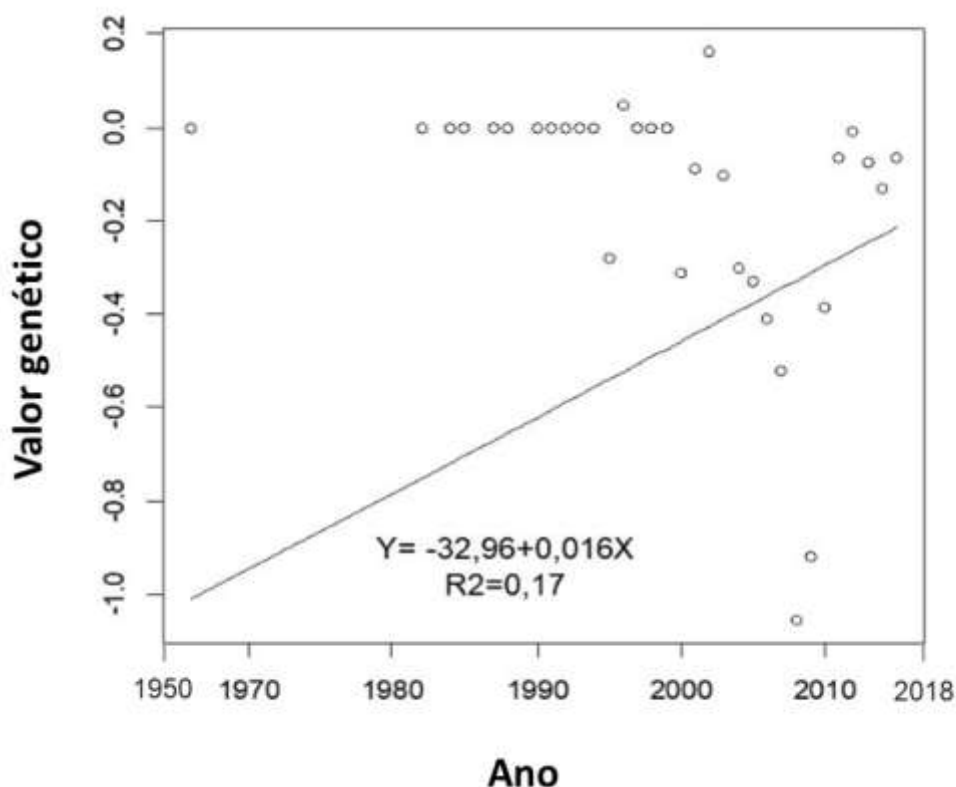


Figura 2 : Estimativa de tendência genética da Marcha Picada 1950 a 2018

A tendência genética nos animais de marcha picada teve um ganho genético baixo, com algumas oscilações ao longo do período. Entre 1950 a 1995, houve estabilidade no ganho genético, isso pode estar associado a falta de informações de animais nascidos durante esses anos ou baixa acurácia na obtenção dos dados. Entre 1996 e 2008, houve redução no ganho genético. Essa redução pode ter ocorrido devido à falta de critério nos acasalamentos entre indivíduos. Assim como na marcha batida, foi o período do livro aberto, e alguns animais foram registrado no termo de ajuste sem conhecimento da genealogia, sendo descrito como pais desconhecidos. Em meio a esse contexto, pode ter ocorrido registro de alguns animais de “marcha de centro”.

A “marcha de centro” é caracterizada pela transição entre as marchas picada e batida, onde, por meio de alguns artifícios, é possível fazer a transição desses animais para marcha picada. Como os artifícios são influências ambientais, estes animais podem mudar a expressão do fenótipo observado. No entanto, os genes permanecem os mesmos, sendo transmitidos para as progênies de forma direta e alterando suas características, e como consequência

redução no ganho genético. Além disso, os artifícios utilizados para melhorar a expressão dos fenótipos dos animais, tornam as avaliações dos indivíduos subjetivas em alguns casos, pois mascaram a naturalidade dos animais. Entre 2009 e 2018, observa-se aumento no ganho genético, tendendo a atingir o ganho genético inicial. Esse aumento pode estar associado a direção e assertividade na seleção dos animais e de seus respectivos acasalamentos.

5. CONCLUSÃO

- As características de nota de andamento, nota de morfologia e nota final apresentaram estimativas de herdabilidade que podem resultar em ganhos genéticos satisfatórios para marcha batida e marcha picada.
- As medidas lineares que apresentaram maiores correlações genéticas positivas com nota de andamento para marcha batida foram comprimento do pescoço, comprimento da espádua e comprimento da garupa.
- As medidas lineares que apresentaram maiores correlações genéticas positivas com nota de morfologia para marcha batida foram largura das ancas, perímetro torácico e perímetro da canela.
- As medidas lineares que apresentaram maiores correlações genéticas positivas com a nota final para marcha batida foram largura das ancas, perímetro torácico e perímetro da canela.
- As medidas lineares que apresentaram maiores correlações genéticas positivas com nota de andamento para marcha picada foram o comprimento do corpo, comprimento da garupa, comprimento da cabeça e altura da cernelha.
- As medidas lineares que apresentaram maiores correlações genéticas positivas com nota de morfologia para marcha picada foram comprimento da cabeça, perímetro torácico e perímetro da canela.
- As medidas lineares que apresentaram maiores correlações genéticas positivas com a nota final para marcha picada foram comprimento da cabeça e largura das ancas.
- As tendências genéticas crescentes para as características estudadas revelam que o programa de melhoramento genético na população de equinos

da raça Mangalarga Marchador tem tido certa eficiência, e mesmo com oscilações ao longo dos anos, houve progresso genético positivo no período total.

6. REFERÊNCIAS

ABCCMM - Associação Brasileira Dos Criadores Do Cavalo Mangalarga Marchador, **Padrão da raça**. Belo Horizonte: ABCCMM, 2000, 8p.

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador. **Regulamento do serviço de registro genealógico do Cavalo Mangalarga Marchador**. Belo Horizonte: ABCCMM, 2007, 36p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA CRIADORES CAVALOS MANGALARGA MARCHADOR. **Estatutos e regulamentos da ABCCMM**. Minas Gerias, 31 agosto. 2009. Disponível em <http://www.abccmm.org.br/estatutos>. Acesso em 12 maio, 2019.

Associação Brasileira Dos Criadores Do Cavalo Mangalarga Marchador – ABCCMM, **Padrão da raça** 2000. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.abccmm.org.br/regulamentos/regulamentos_1.php?regulamento=58>. Acesso em 16 março de 2018.

BRAMANTE, G.; CITO, A.M.; CIANI, E.; PIERAGOSTINI, E. Multi-trait animal model estimation of genetic parameters for morphometric measurements in the Murghese horse breed. **Livestock Science**, v.191, p.139–142, 2016.

BUSSIMAN, F. DE O., PEREZ, B. DA C., VENTURA, R. V., SILVA, F. F. E, PEIXOTO, M. G. C. D., VIZONÁ, R. G., ... BALIEIRO, J. C. DE C. 2018. Genetic analysis of morphological and functional traits in Campolina horses using Bayesian multi-trait model. **Livestock Science**, 216, 119–129. doi:10.1016/j.livsci.2018.08.002.

CORRÊA M.J.M., MOTA, M.D.S. Genetics parameters for speed index in Brazilian Quarter Horse. 8th **World Congress on Genetics Applied to Livestock production**, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brasil.

COSTA, M.D. **Estudo genético – quantitativo das medidas lineares do Pônei da Raça Brasileira**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1997. 105 p. (Dissertação de Mestrado).

COSTA, M.D.; BERGMANN, J.A. G.; PEREIRA, C.S.; PEREIRA, J.C.C.; REZENDE, A.S.C. **Tendência genética de medidas lineares de pôneis da raça Brasileira**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.53, n.2, 2001.

EVANS J. W. Horse Breeding and Management, **World Animal Science** – C7, 1987.

Falconer DS, Mackay TFC. **Introduction to quantitative genetics**. 4a ed. New York: Longman Scientific & Technical; 1996. 464p.

GHIASI H, JAVAREMI AN, PAKDEL A, RECIO, OG. Selection strategies for fertility traits of holstein cows in Iran. **Livestock Science**. 2013;152:11-15.

LAGE, M.C.G.R.; BERGMANN, J.A.G.; PROCÓPIO, A.M.; PEREIRA, J.C.C.; BIONDINI, J. **Associação entre medidas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, n.4, p.968-979, 2009.

MAPA. **Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/equideocultura/anos-anteriores/revisao-do-estudo-do-complexo-do-agronegocio-do-cavalo/view>>. Acessado em: 30 maio 2018.

MARUCH, A. **Estudo de características morfométricas em equinos Mangalarga Marchador por meio de modelo animal e componentes principais**. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. 109 p.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET T.; LEE, D.H. BLUPf90 and related programs (BGF90). 7th **World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, August 19-23, 2002, Montpellier, France. p. 2001–2002, 2002.

MOLINA A., M. VALERA, SANTOS, R. A. RODERO. Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. **Livestock Production Science**, N. 60, pp. 292-303, 1999.

NASCIMENTO, J.F. **Mangalarga Marchador: tratado morfofuncional**. Belo Horizonte: Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador, 1999. 578p.

PETRY, R. ET AL. **Medidas lineares e índices morfométricos de equinos em propriedades rurais na cidade de francisco beltrão**. Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos. 2012. p. 315-319

PRADO, R.S.A; MOTA, M.D.S. Correlações entre deslocamento e conformação em equinos Mangalarga. **Archivos de Zootecnia**, v,57, n,218, p,165-169, 2008.

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

FONSECA, M. G. **Mangalarga Marchador: estudo morfométrico, cinemático e genético da marcha batida e da marcha picada**. 2018. 73p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

RUSTIN, M.; JANSSENS, S.; BUYS, N.; GENGLER, N. Multi-trait animal model estimation of genetic parameters for linear type and gait traits in the Belgian Warmblood horse. **Journal Animal Breeding and Genetics**, v.126, p.378-386, 2009.

SÁNCHEZ, M.J.; GÓMEZ, M.D.; MOLINA, A.; VALERA, M. Genetic analyses for linear conformation traits in Pura Raza Español horses. **Livestock Science**, v.157, p.57-64. 2013.

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

SILVA MVGB, FERREIRA WJ, COBUCI JA, GUARAGNA GP, et al. (2001). Estimativas de Tendência Genética para Características Produtivas em um Rebanho do Ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira Zootecnia** 30(5): 1466–1475.

VALERA, M.; GALISTEO, A.M.; MOLINA, A.; MIRÓ, F.; GÓMEZ, M.D.; CANO, M.R.; AGÜERA, E. Genetic parameters of biokinematic variables of the trot in Spanish Purebred horses under experimental treadmill conditions. **Veterinary Journal**, 8p., 2008.