

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

**EFEITO DO CASQUEAMENTO NA BIOMETRIA DO
CASCO E ÂNGULOS ARTICULARES TORÁCICOS DE
FÊMEAS DA RAÇA MANGALARGA**

**Marina Lansarini Antonioli
Médica Veterinária**

2019

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

**EFEITO DO CASQUEAMENTO NA BIOMETRIA DO
CASCO E ÂNGULOS ARTICULARES TORÁCICOS DE
FÊMEAS DA RAÇA MANGALARGA**

Discente: Marina Lansarini Antonioli

Orientador: Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Camargo Ferraz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Cirurgia Veterinária

2019

A635e Antonioli, Marina Lansarini
 Efeito do casqueamento na biometria do casco e ângulos articulares
 torácicos de fêmeas da raça Mangalarga / Marina Lansarini Antonioli.
-- Jaboticabal, 2019
 56 p. : il., tabs., fotos

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
 Orientador: Paulo aléscio Canola
 Coorientador: Guilherme Camargo Ferraz

 1. Medicina Veterinária. 2. Equilíbrio Podal. 3. Casqueamento. I.
 Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DO CASQUEAMENTO NA BIOMETRIA DO CASCO E ÂNGULOS ARTICULARES TORÁCICOS DE FÊMEAS DA RAÇA MANGALARGA

AUTORA: MARINA LANSARINI ANTONIOLI

ORIENTADOR: PAULO ALÉSCIO CANOLA


COORIENTADOR: GUILHERME DE CAMARGO FERRAZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIRURGIA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. PAULO ALÉSCIO CANOLA

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. ANGÉLICA TRAZZI BENTO DE MORAES
Centro Universitário Moura Lacerda / Ribeirão Preto/SP


Pós-Doutoranda LINA MARIA WEHRLE GOMIDE
FMVA/UNESP / Araçatuba/SP

Jaboticabal, 25 de fevereiro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARINA LANSARINI ANTONIOLI - nascida na cidade de Ribeirão Preto, SP, no dia 19 de fevereiro de 1991. Médica Veterinária graduada pelo Centro Universitário Moura Lacerda, Câmpus de Ribeirão Preto, com início em fevereiro de 2009 e término em dezembro de 2013. Realizou estágio curricular na área de Clínica Médica e Clínica Cirúrgica e Anestesiologia de Grandes Animais no ano de 2013, no Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Professor Doutor José Jurandir Fagliari e Professor Doutor Delphim da Graça Marcoris, respectivamente. Realizou Aprimoramento Profissional na Área de Clínica Cirúrgica e Anestesiologia de Grandes Animais, com início em março de 2015 e término em fevereiro de 2017 no Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da FCAV da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Professor Doutor Paulo Alécio Canola. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária sob orientação do Professor Doutor Paulo Alécio Canola.

“Não te mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo, não te atemorizes, nem te espantes; porque o senhor teu Deus está contigo, por onde quer que andares. ”

Josué 1. 9

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas infinitas graças e misericórdias, advindas da santíssima Trindade, Pai, Filho e Espírito Santo.

Aos meus pais Mauro Lansarini e Maria Aparecida Batista Lansarini e minhas irmãs Mônica Lansarini Pompilio e Mayara Lansarini Lopes, pois a família é o nosso alicerce.

Ao meu marido Tiago Henrique Antonioli, que além de ser meu companheiro na vida e melhor amigo foi parte fundamental na elaboração desse trabalho.

Aos proprietários dos animais por abrirem as portas de suas fazendas e pela confiança. Aos funcionários das fazendas pela colaboração.

Ao meu cunhado Edson Donizeti Lopes Júnior, criador da raça Mangalarga, por me apresentar aos proprietários dos animais utilizados no presente estudo.

Aos meus amigos Caio Carvalho Bustamante e Júlia Ribeiro Garcia de Carvalho, que auxiliaram indiretamente no trabalho.

Ao Msc Juan José Restrepo Bucheli pelas ilustrações que compõe o presente.

Ao Professor Doutor Guilherme de Camargo Ferraz pela coorientação e disponibilização de equipamentos do Laboratório de Farmacologia e Fisiologia Equina – Lafeq.

A Doutora Mayara Gonçalves Fonseca por toda ajuda e disponibilidade na elaboração do estudo e análise estatística.

Aos professores Dr Carlos Augusto Araújo Valadão, Dra Lizandra Amoroso, Dra Lina Maria Wehrle Gomide e Dra Angélica Trazzi Bento de Moraes pelas considerações que contribuíram no presente estudo.

Ao meu orientador Professor Doutor Paulo Alécio Canola pela orientação, paciência e tempo dispendidos na estrutura e correções necessárias no trabalho.

Agradeço aos animais, seres admiráveis que me fazem seguir motivada e apaixonada por minha profissão.

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

| SUMÁRIO | | Página |
|--|--|---------------|
| Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais | | ii |
| RESUMO | | iii |
| ABSTRACT | | iv |
| LISTA DE TABELAS | | v |
| LISTA DE FIGURAS | | vi |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | | 3 |
| 2.1 Anatomia do casco..... | | 3 |
| 2.2 Esqueleto, tendões e ligamentos do dígito | | 4 |
| 2.3 Ângulos articulares..... | | 6 |
| 2.4 Equilíbrio do casco e casqueamento | | 7 |
| 2.5 Biofotogrametria..... | | 9 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | | 11 |
| 3.1 Animais | | 11 |
| 3.2 Biometria dos cascos e Avaliação dos ângulos articulares torácicos antes (PREc) e após (POSc) o casqueamento..... | | 11 |
| 3.3 Análise das imagens | | 14 |
| 3.4 Análise estatística | | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | | 19 |
| 5. CONCLUSÃO | | 32 |
| 6. REFERÊNCIAS | | 33 |

Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais



CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **“Efeito do casqueamento sobre a biometria do casco e ângulos articulares dos membros torácicos de animais da raça Mangalarga por meio da biofotogrametria”**, protocolo nº 018789/17, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 07 de dezembro de 2017.

| | |
|---------------------|--|
| Vigência do Projeto | 15/12/2017 a 28/02/2019 |
| Espécie / Linhagem | Equinos / Mangalarga |
| Nº de animais | 40 a 50 |
| Peso / Idade | 350 a 550 kg |
| Sexo | Fêmeas |
| Origem | Fazenda 3P – Jaú/SP Fazenda Vassoural – Pontal/SP |

Jaboticabal, 07 de dezembro de 2017.


Prof. Dr. Everton Cid Rigobelo
 Vice-Coordenador – CEUA

EFEITO DO CASQUEAMENTO NA BIOMETRIA DO CASCO E ÂNGULOS ARTICULARES TORÁCICOS DE FÊMEAS DA RAÇA MANGALARGA

RESUMO – Avaliou-se o efeito do casqueamento sobre a biometria do casco e ângulos articulares torácicos de fêmeas da raça Mangalarga utilizando biofotogrametria e programa computacional, descrevendo-se os desequilíbrios podais encontrados antes e após o casqueamento. Para tal utilizou-se 19 fêmeas da raça Mangalarga, com idade entre 4 e 18 anos e peso corporal entre 430,5 a 606 kg. Nove variáveis biométricas foram mensuradas por meio de três imagens fotográficas calibradas de cada casco torácico e quatro ângulos articulares foram avaliados a partir de marcadores reflexivos fixados em seis pontos anatômicos. As imagens foram capturadas antes (PREc) e imediatamente após (POSc) o casqueamento. Os desequilíbrios encontrados foram ranilhas contraídas, desnivelamento médiolateral e desnivelamento dorsopalmar. Os dados foram submetidos à análise de variância de duas vias (antímero e período de avaliação) para amostras repetidas, e posteriormente ao Tukey ($p \leq 0,05$). Também foi realizada análise exploratória multivariada de agrupamento pelo método hierárquico e não hierárquico. Observou-se diferença estatística para as variáveis comprimento do casco (CC), ângulo da pinça (AP), ângulo do talão (AT), altura do talão medial (ATM), e ângulo metacarpofalangeano (MCF) entre os momentos PREc e POSc. Na análise multivariada, as variáveis comprimento da pinça (CP), AP, altura do talão lateral (ATL) e ATM, CC, comprimento da ranilha (CR), largura da base da ranilha (LBR) e ângulo umerorradial (UR) foram responsáveis pela segregação dos animais no PREc. O mesmo critério de distinção também foi observado em POSc. Uma única prática de casqueamento mostrou diferenças significativas para as variáveis CC, AP, AT e ATM, e para o ângulo MCF. A avaliação dos desequilíbrios em éguas da raça Mangalarga possibilitou a identificação da alta frequência de ranilhas contraídas, seguido pelo desnivelamento médiolateral. Com um único casqueamento não foi possível corrigir os desequilíbrios podais. No entanto, pode-se concluir que uma única intervenção alterou as variáveis CC, AP, AT e ATM, e exerce efeito também no ângulo articular MCF.

Palavras – chave: Biofotogrametria, cavalo, equilíbrio podal, ferrageamento.

EFFECT OF TRIMMING IN THORACIC LIMBS' HOOF BIOMETRY AND JOINT ANGULATION OF FEMALE MANGALARGA HORSES

ABSTRACT – The effect of trimming on the biometry of the hoof and thoracic joint angles of Mangalarga females using biophotogrammetry and computer program was evaluated. Describing the imbalances you can find before and after the trimming. For this purpose, 19 Mangalarga females were used, aged 4 to 18 years and body weight between 430.5 and 606 kg. Nine biometric variables were measured by means of three calibrated photographic images of each thoracic hoof and four joint angles were evaluated from reflective markers fixed at six anatomical points. The images were captured before (PREc) and immediately after (POSc) the trimming. The imbalances found were contraction frog, mediolateral and dorsopalmar imbalance. The data were submitted to two-way analysis of variance (antimer and evaluation period) for repeated samples, and later to Tukey ($p \leq 0.05$). Multivariate exploratory analysis was also performed by hierarchical and non-hierarchical method. Statistical differences were observed for the variables hoof length, to angle (AP), heel angle (AT), medial height of the heel (ATM), and metacarpophalangeal angle (MCF) between the PREc and POSc moments. In the multivariate analysis, the variables toe length (CP), AP, lateral height of the heel (ATL) and ATM, CC, frog length (CR), width of the base of the frog (LBR) and humeroradial (UR) were responsible by the segregation of animals in the PREc. The same criterion of distinction was also observed in POSc. A single casing practice showed significant differences for the CC, AP, AT and ATM variables, and for the MCF angle. The evaluation of the imbalances in Mangalarga mares made it possible to identify the high frequency of contracted frog, followed by the mediolateral imbalance. With a single trimming it was not possible to correct the imbalances. However, it can be concluded that a single intervention presented statistical difference for the CC, AP, AT and ATM variables, and also exerts an effect on the MCF joint angle.

Keywords: Biophotogrammetry, horse, foot balance, shoeing.

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|---------------|
| Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis lineares e angulares dos cascos torácicos de 19 equinos, fêmeas, da raça Mangalarga, divididas por antímero (direito e esquerdo), obtidas antes (PREc) e após o casqueamento (POSc)..... | 27 |
| Tabela 2. Média e desvio padrão dos ângulos articulares torácicos de 19 equinos, fêmeas, da raça Mangalarga, obtidos antes (PREc) e após o casqueamento (POSc)..... | 27 |
| Tabela 3. Análise de variância das variáveis dos cascos e dos ângulos articulares torácicos de 19 fêmeas da raça Mangalarga, obtidas antes (PREc) e após o casqueamento (POSc), sendo significativo para segregação dos grupos $p < 0,05$ | 29* |

LISTA DE FIGURAS

| | | Página |
|---------------|--|---------------|
| Figura | 1. (A) Face externa da parede córnea. Borda coronária (seta) (B) vista solear do casco de MTE de fêmea Mangalarga, evidenciando as regiões zootécnicas e principais estruturas anatômicas, 1. Bulbos do talão, 2. Talões, 3. Barras, 4. Ranilha, 5. Parede do casco, 6. Sola e 7. Linha branca..... | 04 |
| Figura | 2. Alterações do EQC e o não alinhamento da quartela (AIP) e parede do casco A) EQC quebrado para trás B) EQC quebrado para frente. C) EQC ideal, com alinhamento das estruturas. Ilustração: Juan José Restrepo Bucheli..... | 08 |
| Figura | 3. Imagem fotográfica de égua da raça Mangalarga (A) e imagem de esqueleto equino (B), demonstrando o posicionamento anatômico dos marcadores reflexivos. 1 - Porção dorsal superior da espinha da escápula; 2- Área central da articulação escapuloumeral; 3- Tuberosidade radial logo abaixo da cavidade glenóide; 4- Terço médio da articulação intercárpica; 5- Terço médio da articulação metacarpofalângica; 6- Articulação interfalângica proximal do membro torácico (coroa do casco)..... | 13 |
| Figura | 4. Posicionamento do equipamento de captura de imagem e relação espacial da distância do centro da lente da câmera em relação ao solo e em relação ao corpo do animal para o registro fotográfico dos ângulos articulares com o animal mantido em posição quadrupedal estática forçada..... | 14 |
| Figura | 5. Imagens fotográficas demonstrando a biometria do casco de fêmeas da raça Mangalarga. A) Vista solear, comprimento do casco (CC); comprimento da ranilha (CR); largura do talão (LT); largura base da ranilha (LBR). B) vista palmar, altura talão lateral (ATL), altura talão medial (ATM). C) vista lateral, comprimento pinça (CP); ângulo da pinça (AP); ângulo do talão (AT)..... | 16 |
| Figura | 6. Imagem fotográfica de equino, fêmea, da raça Mangalarga, demonstrando os ângulos articulares que foram mensurados. 1 – escápulo-solo (ES), 2 – escapuloumeral (EU), 3 – úmerorradial (UR), 4- metacarpofalângica (MCF)..... | 17 |

- Figura 7.** Mensurações angulares e lineares realizadas no programa *ImageJ* utilizando a ferramenta *Angle* e *Straight line* respectivamente. A) mensuração do ângulo escapuloumeral (EU) de equino, fêmea, da raça Mangalarga. B) mensuração do ângulo da pinça (AP) em vista lateral do casco de outra égua da raça Mangalarga. C) vista solear do casco de equino, fêmea da raça mangalarga, mensuração do comprimento da ranilha (CR). D) vista palmar do casco de fêmea da raça Mangalarga, mensuração da altura do talão medial (ATM)..... 18
- Figura 8.** Representação gráfica do percentual de desequilíbrios podais encontrados em 19 éguas da raça Mangalarga antes (PREc) e após (POSc) o casqueamento. Desn. ML – desnivelamento médiolateral; Desn. DP – desnivelamento dorsopalmar..... 21
- Figura 9.** Imagem fotográfica do casco de MTE de égua Mangalarga, evidenciando o A) aspecto da ranilha no PREc e B) aspecto da ranilha no POSc. Nota-se que a ranilha desvitalizada prejudica a correta mensuração..... 22
- Figura 10.** Imagem fotográfica do casco de MTD de égua Mangalarga, evidenciando a diferença na altura dos talões após o casqueamento. A) talões sem diferença de 3 mm entre suas alturas em PREc e B) talões apresentando diferença maior que 3 mm de altura em POSc..... 23
- Figura 11.** Dendrograma demonstrando a segregação dos animais em dois maiores grupos antes do casqueamento (PREc)..... 30
- Figura 12.** Representação gráfica demonstrando a segregação dos animais em dois grupos antes do casqueamento (PREc)..... 30
- Figura 13.** Dendrograma demonstrando a segregação dos animais em dois maiores grupos após o casqueamento (POSc)..... 31

Figura 14. Representação gráfica demonstrando que a segregação em dois grupos no POSc ainda persiste, porém nota-se uma homogeneidade maior nos grupos. Valores menores de ângulo de talão (AT) e maiores de um erro radial (UR) foram responsáveis pela segregação dos animais 1,2,4 e 19.....

31

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| AID – | Articulação interfalângica distal |
| AIP – | Articulação interfalângica proximal |
| AP – | Ângulo da pinça |
| AT – | Ângulo do talão |
| ATL – | Altura talão lateral |
| ATM – | Altura talão medial |
| CC – | Comprimento do casco |
| CP – | Comprimento da pinça |
| CR – | Comprimento da ranilha |
| EQC – | Eixo quartela casco |
| ES – | Escápulo solo |
| EU – | Escápulo umeral |
| FD – | Falange distal |
| FM – | Falange média |
| FP – | Falange proximal |
| LBR – | Largura base da ranilha |
| LT – | Largura do talão |
| MCF – | Metacarpofalângica |
| MIII – | Terceiro metacarpo |
| POSc – | Após o casqueamento |
| PREc – | Prévio ao casqueamento |
| TECD – | Tendão extensor comum do dedo |
| TFPD – | Tendão flexor profundo do dedo |
| TFSD – | Tendão flexor superficial do dedo |
| UR – | Umerorrádial |

1. INTRODUÇÃO

Existe uma íntima relação entre o dígito e o cavalo como um todo (Craig, 2015). Neste âmbito, a conformação e equilíbrio dos cascos são variáveis diretamente associadas à predisposição de injúrias musculoesqueléticas (O'Grady e Poupard, 2001; Anderson e McIlwraith, 2004). Mudanças na angulação da falange distal, por exemplo, interferem diretamente na amplitude dos movimentos dos membros, predispondo o cavalo à claudicação (Craig, 2015).

A conformação e equilíbrio podal podem ser alterados consideravelmente pelo casqueamento. Possivelmente não exista outro procedimento que interfira tanto na saúde do esqueleto apendicular dos equinos quanto este (O'grady e Poupard, 2003). Em virtude disto, há muito sua importância na higidez do aparelho locomotor dos equinos vem sendo avaliada (Hood et al., 2001; Kummer et al, 2006; Kummer et al., 2009; Clayton et al., 2011; Craig, 2015).

Inúmeros autores buscaram algoritmos que pudessem descrever e caracterizar o “casco ideal” ou adequadamente equilibrado (Turner, 1992; Balch et al., 1995; Turner, 2003; Souza e Duran, 2004; Baxter, 2011), mas dificilmente as características atribuídas se adequam a todos os animais. Cada raça possui sua individualidade. Além disso, sabe-se da existência de variações intrarraciais, as quais estão diretamente relacionadas à atividade física desenvolvida pelo animal (Souza et al., 2016). Por tanto, seria mais propício avaliar as dimensões (biometria) dos cascos dos cavalos de acordo com a raça e o propósito.

A biometria permite avaliar os desequilíbrios podais apresentados pelo animal (Canto et al., 2006; Maranhão et al., 2007; Melo et al, 2011; Sampaio et al., 2013; Schade et al., 2013). Com isso em mãos, o clínico pode buscar as diretrizes para melhor corrigi-los (Maranhão et al., 2007).

Estudos referentes aos efeitos do casqueamento tornam-se necessários, já que esta prática leva a alterações morfológicas importantes na biometria dos cascos (Kummer et al., 2004; Clayton et al., 2011; Silva, 2017), podendo alterar os ângulos articulares avaliados de maneira estática, influenciando assim a amplitude de movimento, ou seja, a dinâmica do animal (Craig, 2015). Frente à questão, o presente estudo foi idealizado a fim de investigar as alterações

realizadas por um único casqueamento na biometria dos cascos e ainda, avaliar se os ângulos articulares são alterados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia do casco

A parede do casco é a parte estrutural visível quando o membro está em contato com o solo. Ela recobre todo o dígito e se reflete em direção palmar ou plantar, em ângulo agudo, de modo a formar as barras, fusionadas com a sola e unidas entre si pela ranilha. A parede pode ser dividida em pinça, quartos e talão (Figura 1A). O comprimento da parede apresenta proporção, entre pinça, quartos e talão, de aproximadamente 3:2:1 nos membros torácicos. A superfície é lisa e cruzada por cristas relativamente distintas, paralelas com a borda coronária, as quais indicam variações na atividade de crescimento do casco (Sisson, 1986; Budras e König, 2004).

O sulco coronário é um sulco superficial ao redor da superfície interna da parede do casco, na região da coroa. No casco vivo, esse sulco é preenchido pela derme coronária, que sustenta a epiderme que cresce na parede do casco. As lâminas epidérmicas, ou insensíveis, revestem as superfícies internas da parede do casco e as barras dos talões. Elas interdigitam com as lâminas dérmicas (ou sensíveis) subjacentes à parede do casco e às barras. As barras laterais e mediais misturam-se com a sola, convergindo em direção à pinça, na superfície de contato com o solo, evidenciando a linha branca (Figura 1B). Esta, por sua vez, é uma estrutura anelar, de cor clara e textura macia que indica a interseção entre a sola e a parede do casco. A sola é a camada côncava de queratina que forma a superfície inferior da cápsula do casco (Figura 1B) (Davies e Philip, 2007).

A ranilha é uma massa cuneiforme que ocupa o ângulo limitado pelas barras e a sola (Figura 1B). É constituída por substância córnea relativamente macia. Por não se apresentar inteiramente queratinizada, é mais elástica em relação ao estrato córneo da parede ou da sola (Sisson, 1986; Budras e König, 2004). Tem seu ápice apontando para a região da pinça (dorsalmente) e uma base ampla na região do talão (palmar/plantar). Há o sulco cuneal central que se aprofunda em direção à base e dois sulcos laterais profundos denominados sulcos paracuneais. Assim como o sulco central, os sulcos laterais são mais profundos na região do talão (palmar/plantar). A base da ranilha se localiza posteriormente à cápsula do casco, onde se expande até mesclar-se com os

bulbos dos talões. Os bulbos dos talões são regiões arredondadas e macias, localizados imediatamente acima dos talões (Figura 1B) (Davies e Philip, 2007).

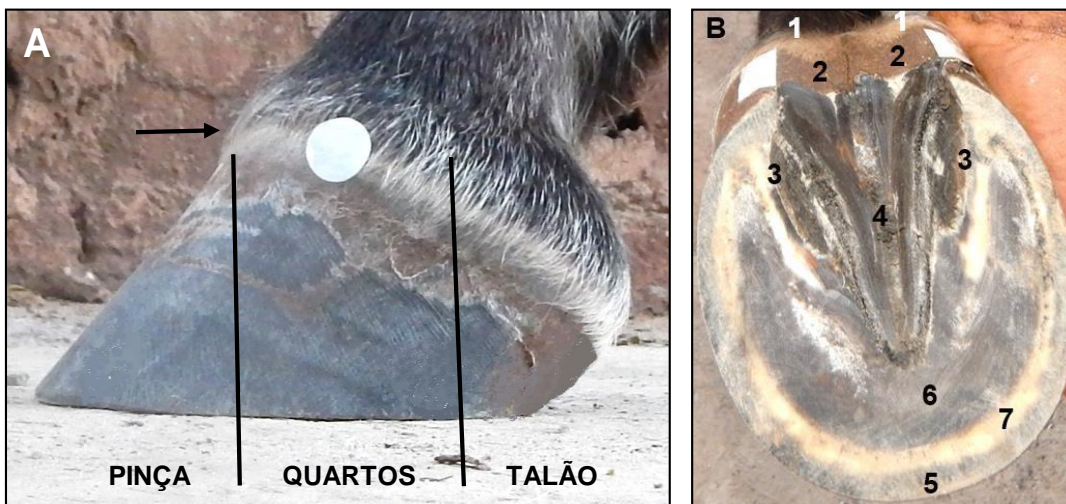


Figura 1.(A) Face externa da parede córnea. Borda coronária (seta) (B) vista solear do casco de MTE de fêmea Mangalarga, evidenciando as regiões zotécnicas e principais estruturas anatômicas, 1. Bulbos do talão, 2. Talões, 3. Barras, 4. Ranilha, 5. Parede do casco, 6. Sola e 7. Linha branca.

2.2 Esqueleto, tendões e ligamentos do dígito

O membro distal ou dígito é constituído pela região distal ao carpo ou ao tarso e está envolvido na maioria dos casos de claudicação nos equinos (Baxter et al., 2011).

A falange proximal (FP) é um osso longo, situado entre o metacarpo III (MIII) e a falange média (FM), com posição oblíqua, com aproximadamente 55 graus em relação ao plano horizontal. A FM é achatada em sentido dorsopalmar, com largura maior que a altura. Situa-se entre a FP e a falange distal (FD) e sua direção é correspondente à da FP. Por vez, a FD localiza-se no íntimo do estojo córneo, o qual configura seu formato semilunar. Apresenta um par de cartilagens alares dispostas uma em cada face (medial e lateral) da FD. Ainda, possui um processo extensor e outro flexor, onde se inserem o tendão do músculo extensor comum do dedo (TECD) e o tendão do músculo flexor profundo dos dedos (TFPD), respectivamente (Getty, 1986; Liebich e König, 2004). Na extremidade distal da FP, o tendão flexor superficial dos dedos (TFSD) se bifurca em dois

lobos os quais se inserem no aspecto palmaroproximal da FM. Ainda, evidencia-se uma inserção secundária, de menor proporção, no aspecto palmarodistal da FP (Denoix, 1994).

O dígito também conta com dois ossos sesamoides proximais, os quais se situam no aspecto palmar da extremidade distal de MIII. Esses estão intimamente justapostos entre si e com a FP. O osso sesamoide distal (osso navicular) está situado em plano palmar à articulação interfalângica distal. Sua face palmar (flexora) serve como superfície de deslizamento para o TFPD (Getty, 1986; Liebich e König, 2004).

As articulações metacarpofalângica (MCF), interfalângica proximal (AIP) e interfalângica distal (AID) possuem um par de ligamentos colaterais cada. Em seu aspecto distal, o membro possui quatro pares de ligamentos sesamoides distais e um par de ramos do ligamento suspensor. Possui também dois pares de ligamentos palmares que abrangem o aspecto palmar da AIP, os quais, juntamente com o ligamento sesamoide distal reto, restringem a dorsoflexão da articulação. Três ligamentos mantêm a posição do sesamoide distal (osso navicular) em relação à AID: um par de ligamentos sesamoides colaterais e o ligamento sesamoide distal ímpar (Parks, 2003).

O ligamento sesamoide distal ímpar se origina no aspecto palmarodistal do osso navicular, ancorado por fibras de Sharpey. Sua inserção se dá no aspecto palmar da superfície solear da FD (Dyson, 2010). Sua função, como parte do aparelho podotrocLEAR, é de estabilizar a AID durante a propulsão do dígito (Denoix, 1994). Por vez, o osso sesamoide distal é sustentado no aspecto caudal da AID por um sistema suspensor elástico distinto. Este permite manter um ângulo de inserção constante, o qual favorece a interação mecânica entre o TFPD e a FD (Redding, 2009).

Existem, pelo menos, seis ligamentos anexos em cada cartilagem ungueal (Parks, 2003) que as ancoram ao coxim digital e às FP, FM e FD, além do osso navicular (Dyson e Nagy, 2011). Dentre estes, os ligamentos condroungeais medial e lateral, os ligamentos condrocoronais medial e lateral, os ligamentos condrocompedais, os ligamentos condrosesamoides medial e lateral e, por vez, os ligamentos condroungeais cruzados (König e Liebich, 2016). Há menção ainda da presença do ligamento condropulvinar (König e Liebich, 2016) e, de um

ligamento fibrocartilaginoso localizado entre a cartilagem ungueal e o TFPD (Bowker, 2003).

2.3 Ângulos articulares

Segundo Ribeiro (1988), nem todos os ângulos articulares possuem a mesma ação e efeito. Os de abertura anterior possuem ação primordial nos movimentos do animal e, por isso, são chamados de impulsores, enquanto os de abertura posterior são denominados complementares ou de ligação. Alterações nesses ângulos influenciam a harmonia e equilíbrio durante os andamentos, sendo necessário que haja concordância entre os ângulos torácicos e pélvicos quanto às suas respectivas aberturas e direções (Ribeiro, 1988).

Os membros torácicos estão relacionados à comodidade do andamento e os pélvicos ao rendimento do andamento. A função principal dos membros torácicos é suportar o peso, absorver choques e levantar o animal do solo durante o deslocamento, enquanto os pélvicos proporcionam a impulsão principal. Neste sentido, o membro pélvico é projetado para “empurrar” o corpo para frente, paralelamente ao solo, ao passo que o membro torácico tem a dupla função de empurrar e alçar (Toledo, 1985).

Segundo Back et al. (1996), o menor ângulo da escápula em relação ao solo implica em maior protração do membro torácico, o que produz movimentos mais elegantes no adestramento. Esse tipo de conformação é mais eficiente e desejável nos cavalos de salto. Articulações escapuloumeral e umerorradial com ângulos mais agudos foram relacionadas à maior duração da fase de apoio e maior facilidade de reunião do membro torácico.

No membro pélvico, a angulação mais aguda da articulação coxofemoral e femorotibial está associada a menor retração e maior rotação da pelve, permitindo maior reunião do membro pélvico. Já maiores angulações das articulações tibiotársica e tarsicometatársica resultaram em distensão mais acentuada dessas articulações durante a fase de apoio e maior predisposição a lesões. Apesar de haver associações significativas entre as angulações estática e dinâmica acredita-se não ser possível definir uma conformação “ideal” já que uma característica pode ser vantajosa e prejudicial ao mesmo tempo por, por exemplo, resultar em melhor qualidade de movimento e também predispor a lesões (Back et al., 1996). Esses dados comprovam a relevância dos ângulos

articulares na biomecânica dos equinos e no desempenho de sua função. O casqueamento e o ferrageamento podem influenciar nas medidas angulares dos equinos, evidenciando a relação existente entre a angulação estática e dinâmica (Craig, 2015).

2.4 Equilíbrio do casco e casqueamento

Equilíbrio ou balanceamento constitui um subgrupo da conformação (Parks, 2003). É um termo utilizado para descrever a relação estática e dinâmica do casco (Hill et al., 2004; Kummer et al., 2006), não apenas no seu aspecto visual, como também sua interação com a superfície (Parks, 2003).

A conformação está diretamente relacionada à distribuição uniforme do peso ao redor do centro de gravidade do dígito. Sendo assim, é tida como imprescindível na higidez do aparelho locomotor dos equinos (Butler, 1994). Idealmente, o equilíbrio deve ser considerado um conceito já que não existe definição para ele (O'grady e Poupard, 2003).

O equilíbrio apropriado é considerado a conformação do casco que aumenta o desempenho e interfere minimamente na capacidade atlética do animal em longo prazo (Balch et al., 1997). Foi subdividido em equilíbrio geométrico, dinâmico e natural (Hood e Jakobson, 1997), os quais são considerados métodos descritivos de avaliação do casco usados para ensinar a arte da observação (O'grady e Poupard, 2003).

Parks (2012) considera que o equilíbrio engloba tanto a relação entre a cápsula do casco e as falanges subjacentes quanto à relação entre o casco e o solo. Da mesma forma, envolve o alinhamento dorsopalmar / dorsoplantar e o médiolateral. A orientação dorsopalmar / dorsoplantar é extremamente importante para garantir que toda a superfície solear da FD seja carregada durante a sustentação de peso, de modo a evitar que o peso se concentre nos aspectos dorsais ou palmares / plantares da sola e do osso subjacente. O equilíbrio palmar / plantar dorsal deficiente pode contribuir significativamente para a o alongamento da pinça e “achinelamento” do talão. Pensa-se que o desnivelamento médiolateral esteja associado à ocorrência de talões “escorridos”, distorção da parede e rachaduras no casco. Esses problemas parecem surgir devido à imposição de forças desproporcionais sobre o aspecto

lateral ou medial do dígito durante a fase de aterrissagem da passada (Moyer e Anderson, 1975).

Quando o dígito é casqueado apropriadamente, a correção do ângulo do casco se dá pelo alinhamento da parede dorsal em relação à superfície dorsal da quartela (Moyer e Anderson, 1975). Para confirmar um eixo quartela casco (EQC) ideal, o cavalo deve ser observado em superfície plana, com os quatro membros igualmente apoiados e os ossos MIII, FP, FM e FD posicionados verticalmente. Baseado no resultado da inspeção visual, o EQC pode ser determinado por este alinhamento. Ângulos baixos ou elevados levam à perda do paralelismo. Neste caso, o EQC recebe a denominação de “quebrado para trás” ou “quebrado para frente” (Parks, 2003) (Figura 2).

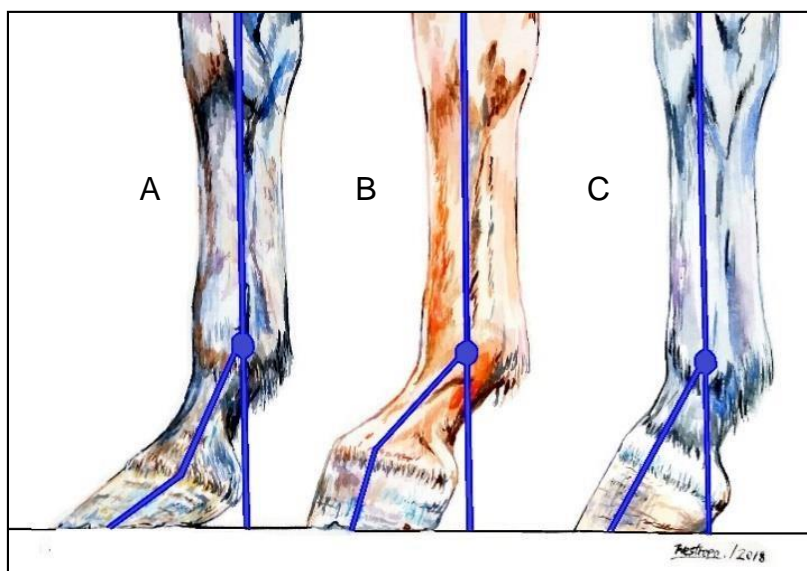


Figura 2. Alterações do EQC e o não alinhamento da quartela (AIP) e parede do casco A) EQC quebrado para trás B) EQC quebrado para frente. C) EQC ideal, com alinhamento das estruturas. Ilustração: Juan José Restrepo Bucheli.

Em teoria, um casco equilibrado deve ter, no máximo, três milímetros de diferença entre os talões medial e lateral (Souza e Duran, 2004; Baxter, 2011) e a altura deve variar, aproximadamente, de um terço à metade do comprimento da parede dorsal do casco (Turner, 2003). O ângulo dos cascos, obtido mediante

avaliação do comprimento da parede junto à sola, pode variar entre 45 e 50 graus nos membros torácicos, e entre 50 e 55 graus nos membros pélvicos (Baxter, 2011).

A diferença entre os ângulos dos talões de um mesmo membro é considerada desnivelamento médiolateral. Já foram estabelecidas diretrizes para o comprimento adequado da pinça com base no peso corporal. Animais com peso entre 360-400 kg devem apresentar comprimento de pinça em torno de 7,6 cm; 8,25 cm para animais com peso entre 425-475 kg e 8,9 cm para indivíduos com peso corporal entre 525-575 kg (Balch et al., 1995).

Quando o ângulo do talão se apresenta 5° menor que o ângulo da pinça, o casco é considerado achinelado (talões escorridos). Este desequilíbrio é encontrado em 28% dos cavalos, mesmo com membros regulares (Turner, 1992). Em estudo realizado por Craig e Craig (2005) uma diferença de até oito graus entre talão e pinça foi considerada normal. A diminuição do ângulo dos talões pode provocar maior tensão no TFSD e, conseqüentemente alterar o equilíbrio dinâmico (Lawson et al., 2007).

O casqueamento e ferrageamento inadequados promovem alterações diretas no equilíbrio dos cascos, os quais culminam em claudicação. Dentre os desequilíbrios podais mais comumente observados, diretamente relacionadas ao casqueamento e ferrageamento, destacam-se o desnivelamento dorsopalmar e médiolateral, contração dos talões e ranilha, diferença entre o ângulo da pinça dos cascos contralaterais e, ainda, tamanho do casco em relação ao peso do animal (Redden, 1989; Turner e Stork, 1989; Balch et al., 1997).

Em caso de remoção excessiva da parede do casco, sola ou ranilha, ou por alteração do ângulo entre o casco e a FD em demasia, o casqueamento pode promover efeitos deletérios em curto prazo (Jackson, 1997; Strasser e Kells, 2000).

2.5 Biofotogrametria

Inúmeros métodos tais como análise visual, radiografias, câmeras de vídeo, goniometria e fotogrametria têm sido empregados na avaliação do alinhamento dos segmentos corporais. Dentre estes, a biofotogrametria vem sendo preconizada para avaliação postural devido à relativa simplicidade da

técnica, baixo custo e por ser capaz de quantificar alterações posturais difíceis de serem mensuradas pela inspeção visual (Codarin et al., 2012).

No clássico trabalho *D'extérieur du cheval*, Goubaux e Barrier (1890) já haviam aventado a possibilidade de mensurar os ângulos dos cavalos a partir de fotografias obtidas com o animal em perfil. A vantagem seria que todos os ângulos em uma foto seriam registrados no mesmo momento, ao contrário dos registros realizados diretamente nos animais.

A análise postural por meio de imagens se torna um meio mais confiável por minimizar os erros decorrentes das avaliações posturais subjetivas. A utilização de fotografias para avaliação da postura é um procedimento comum, mas deve ser utilizada com rigor, pois a metodologia empregada, apesar de simples, pode conter fatores que modificam o valor da medida. Ou seja, erros podem ser introduzidos durante a avaliação (Mota et al., 2011).

A biofotogrametria é um recurso de avaliação não invasivo, de baixo custo e alta precisão e reprodutibilidade dos resultados. As imagens devem apresentar qualidade. Além disso, é imprescindível que os pontos anatômicos referenciais sejam previamente demarcados no indivíduo (Sanchez, 2008).

O artrogoniômetro tem sido comumente utilizado na avaliação de ângulos articulares de equinos, por se tratar de uma técnica simples e de baixo custo (Cabral et al., 2004; Santiago et al., 2013; Meneses et al., 2014). Mensurações biométricas podais frequentemente são realizadas com uso de régua, trena, fita métrica e podogoniômetro (Schade et al., 2013; Sampaio et al., 2013; Melo et al., 2011; Maranhão et al., 2007; Canto et al., 2006). Neste aspecto, a biofotogrametria foi muito pouco utilizada na avaliação do equilíbrio podal e ângulos articulares dos equinos.

Pelo exposto, objetivou-se avaliar o efeito, em curto prazo (uma única intervenção), do casqueamento sobre a biometria dos cascos torácicos de animais da raça Mangalarga tendo como respaldo os trabalhos de Wilson et al. (2014) e Lesniak et al. (2017). Além disso, averiguou-se o efeito do procedimento sobre os ângulos torácicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal (protocolo 018789/17). Os animais da raça Mangalarga utilizados para este estudo prospectivo foram oriundos de duas fazendas do estado de São Paulo. Para participação dos animais no estudo houve prévio consentimento dos criadores por meio de termo de autorização. Foi aplicado um questionário aos criadores a fim de delinear o intervalo de casqueamento e ferrageamento, histórico de claudicações e demais informações relevantes dos animais.

Foram utilizados 19 animais adultos, hígidos, fêmeas, da raça Mangalarga, com idade média de $10,37 \pm 4,55$ anos e peso corpóreo médio, obtido em balança digital¹, de $500,75 \pm 47,07$ kg. Todos os animais possuíam o último casqueamento realizado em intervalo de 45 - 60 dias. Os animais foram avaliados em dois momentos, antes do casqueamento (PREc) e após o casqueamento (POSc).

3.2 Biometria dos cascos e avaliação dos ângulos articulares torácicos antes (PREc) e após (POSc) o casqueamento

Precedendo o registro fotográfico basal (PREc) da superfície solear dos dígitos dos membros torácicos, foi realizada a limpeza local com limpador específico², a fim de serem removidas as sujidades mais grosseiras da superfície solear. Foram aplicadas fitas³ para auxiliar as mensurações digitais, conforme descrição adaptada de Wilson et al. (2014). As fitas foram fixadas no aspecto mais dorsal da parede do casco com objetivo de auxiliar, de maneira subjetiva, no ajuste do posicionamento da câmera para a obtenção da imagem do dígito em vista lateromedial.

Ainda, foram afixadas fitas no aspecto mais palmar dos bulbos medial e lateral do talão, na linha dos pelos dos bulbos dos talões. Durante a captura das imagens, foi utilizada uma régua para auxiliar a calibração. Nesta, também foi

¹ Toledo, MGR 3000 Junior

² Partrade 15904

³ Micropore 3M

atida a identificação dos animais e do membro em avaliação. Padronizou-se a obtenção de três imagens por dígito torácico (vista palmar, vista lateromedial e vista solear).

A câmera digital ⁴ foi posicionada após o ajuste do posicionamento estático dos animais. O registro das imagens iniciou-se pela captura palmorodorsal seguida pela captura lateromedial do casco. Para o registro da vista solear, os membros torácicos foram, individualmente, elevados e a câmera posicionada paralelamente à sola.

Em seguida, foram afixados marcadores reflexivos esféricos, de 1,6 centímetros de diâmetro, em seis pontos anatômicos (Figura 3A), conforme descrição adaptada de Cabral et al. (2004) e Godoi et al. (2014). Os marcadores foram utilizados para mensuração dos ângulos articulares. Na sequência, os animais foram novamente condicionados em posição quadrupedal estática forçada, na qual os membros torácicos e pélvicos foram posicionados perpendicularmente em relação ao solo, formando um paralelogramo retangular de modo que, vistos de perfil, os membros se sobrepunham e vistos de frente ou por trás, estavam na vertical e igualmente apoiados no solo (Figura 3A).

Para o registro fotográfico, a câmera foi posicionada em tripé nivelado, a uma altura de 1,0 metro do centro da lente ao solo e a uma distância de 1,90 metros dos animais. Por convenção, o equipamento foi mantido sempre à esquerda dos cavalos (Figura 4).

Findada esta etapa, os quatro cascos dos animais foram casqueados por um único profissional, seguindo os preceitos do balanço geométrico previamente descrito por Hood et al. (1997) (O'grady e Poupard, 2003). Vale ressaltar, que o casqueamento de rotina nesses animais é realizado pelos funcionários responsáveis pelo treinamento em ambas fazendas, e que exclusivamente para o estudo, a prática foi realizada por profissional da área com experiência prévia. Subsequentemente ao casqueamento, os cascos foram novamente demarcados com fita adesiva para nova captura das imagens (POSc). Da mesma forma, os marcadores reflexivos foram recolocados nos pontos anatômicos de referência, caso houvessem se descolado em decorrência do caqueamento.

⁴Nikon Coolpix L820 (ISO – 200)

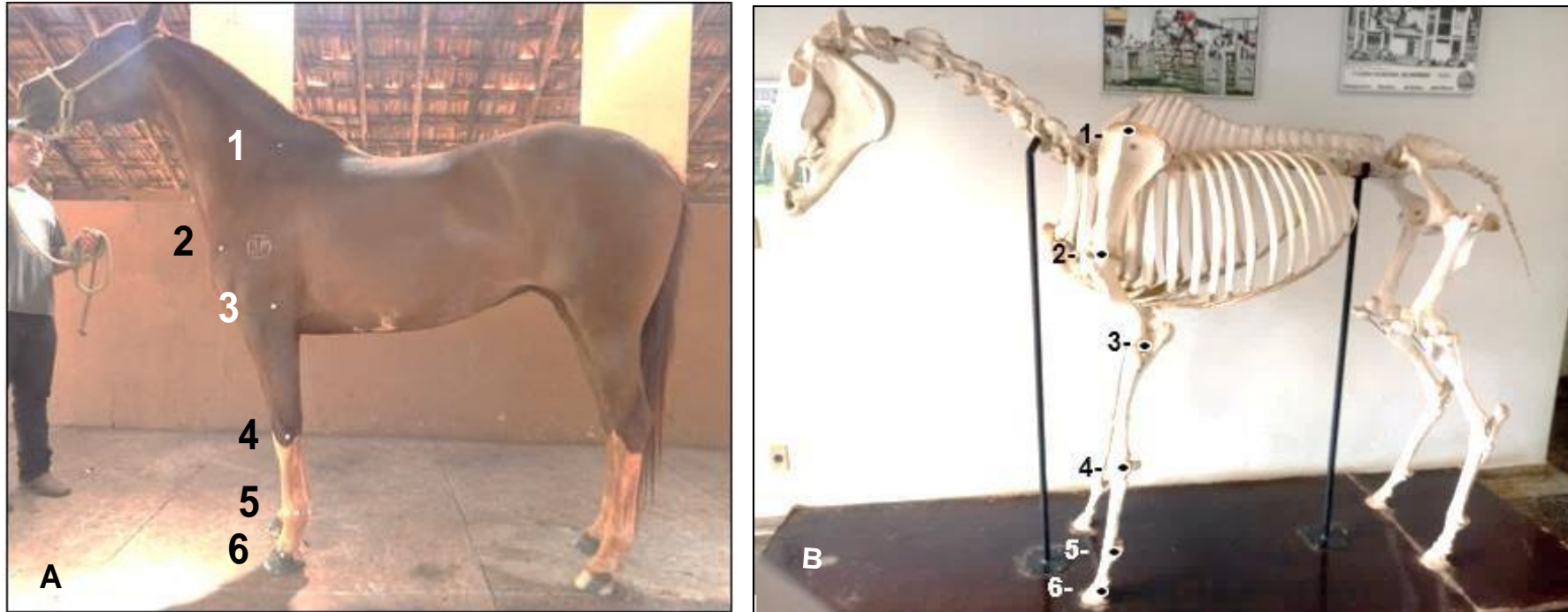


Figura 3. Imagem fotográfica de égua da raça Mangalarga (A) e imagem de esqueleto equino (B), demonstrando o posicionamento anatômico dos marcadores reflexivos. 1 - Porção dorsal superior da espinha da escápula; 2- Área central da articulação escapuloumeral; 3- Tuberosidade radial logo abaixo da cavidade glenóide; 4- Terço médio da articulação cárpica; 5- Terço médio da articulação metacarpofalângica; 6- Articulação interfalângica proximal do membro torácico (coroa do casco).



Figura 4. Posicionamento do equipamento de captura de imagem e relação espacial da distância do centro da lente da câmera em relação ao solo e em relação ao corpo do animal para o registro fotográfico dos ângulos articulares com o animal mantido em posição quadrupedal estática forçada.

3.3 Análise das imagens

As imagens foram visualizadas usando software ⁵ específico. As mensurações do casco (Figura 5) e a determinação das angulações articulares (Figura 6) foram obtidas usando régua e angulador digital. Todas as mensurações foram realizadas por mesmo avaliador. O comprimento do casco (CC) foi determinado a partir da distância de duas linhas paralelas traçadas delimitando a região mais palmar e mais dorsal de apoio do casco; a largura da base da ranilha (LBR) foi determinada traçando uma linha reta na base da ranilha; a largura do talão (LT) foi considerada a distância entre o talão lateral ao talão medial; o comprimento da ranilha (CR) foi determinado traçando uma linha longitudinal de sua base até seu ápice; o comprimento da pinça (CP) foi determinado a partir da coroa do casco até a pinça; as alturas dos talões lateral

⁵ Image J – versão 1.47

(ATL) e medial (ATM) foram determinadas a partir de uma linha reta com início determinado pela linha dos pelos (Figura 5). Todas as mensurações lineares foram realizadas com o auxílio da ferramenta *Straight line* e os ângulos da pinça (AP), ângulo do talão (AT), e os ângulos articulares escápulo-solo (ES), escápuloumeral (EU), úmerorradial (UR) e metacarpofalângico (MCF) foram determinados com o auxílio da ferramenta *Angle* (Figura 7).

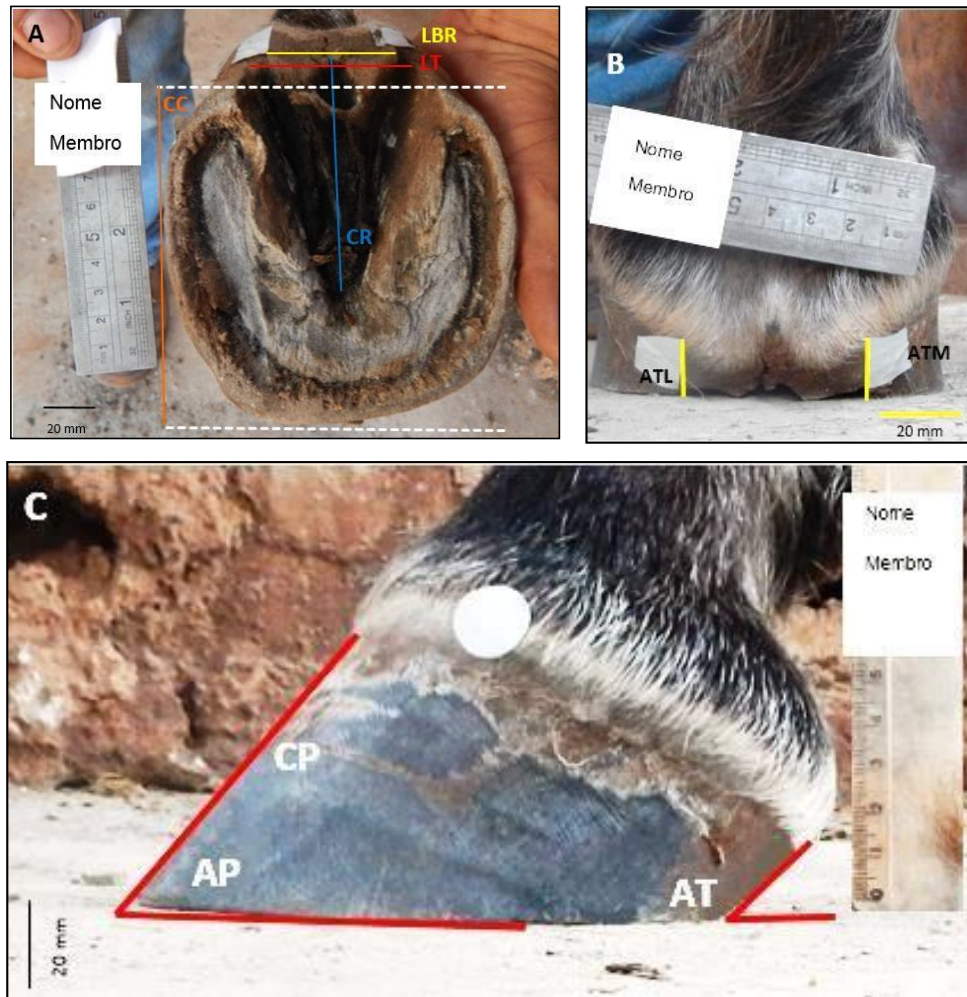


Figura 5. Imagens fotográficas demonstrando a biometria do casco de fêmeas da raça Mangalarga. A) Vista solear, comprimento do casco (CC); comprimento da ranilha (CR); largura do talão (LT); largura base da ranilha (LBR). B) vista palmar, altura talão lateral (ATL), altura talão medial (ATM). C) vista lateral, comprimento pinça (CP); ângulo da pinça (AP); ângulo do talão (AT).



Figura 6. Imagem fotográfica de equino, fêmea, da raça Mangalarga, demonstrando os ângulos articulares que foram mensurados. 1 – escápulo-solo (ES), 2 – escápuloumeral (EU), 3 – úmerorradial (UR), 4- metacarpofalângico (MCF).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância de duas vias (antímero e período de avaliação) para amostras repetidas, e posteriormente ao teste *post-hoc* de Tukey ($p < 0,05$), utilizando programa estatístico computacional ⁶. Os mesmos dados foram submetidos à análise exploratória multivariada de agrupamento pelo método hierárquico e não hierárquico por meio de programa estatístico⁷, a fim de agrupar os animais de acordo com seu grau de similaridade e verificar a capacidade discriminatória das variáveis no processo de formação dos agrupamentos.

⁶ Sigma Plot 11

⁷ Statistica 7



Figura 7. Mensurações angulares e lineares realizadas no programa *ImageJ* utilizando a ferramenta *Angle* e *Straight line* respectivamente. A) mensuração do ângulo escapuloumeral (EU) de equino, fêmea, da raça Mangalarga. B) mensuração do ângulo da pinça (AP) em vista lateral do casco de outra égua da raça Mangalarga. C) vista solear do casco de equino, fêmea da raça mangalarga, mensuração do comprimento da rasilha (CR). D) vista palmar do casco de fêmea da raça Mangalarga, mensuração da altura do talão medial (ATM).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das variáveis biométricas do casco registrou-se a presença de desequilíbrios podais nos animais avaliados. Dentre estes, ranilhas contraídas (talões contraídos), desnivelamento médiolateral e dorsopalmar foram observados (Figura 8). Considerou-se ranilhas contraídas aquelas cuja largura apresentavam dimensão inferior à $2/3$ do comprimento (Turner, 1992). Determinou-se desnivelamento médiolateral para uma diferença igual ou superior a três milímetros entre os talões medial e lateral (Souza e Duran, 2004; Baxter, 2011) e desnivelamento dorsopalmar para os cascos que apresentaram ângulo do talão no mínimo cinco graus menor em relação ao ângulo da pinça (Turner, 1992), embora diferença de até oito graus possa ser considerada normal por alguns autores (Craig e Craig, 2005).

O desequilíbrio de maior ocorrência nos animais avaliados foi a contração da ranilha, corroborando Canto et al. (2006), Maranhão et al. (2007) e Melo et al. (2011). Os autores reportam essa alteração em 87,62% de cavalos Crioulos, 73% de animais de tração e 64 % de cavalos de vaquejada, respectivamente. Ranilha contraída não é capaz de fornecer absorção de choque eficiente ou uma distribuição uniforme das forças de peso e carga (Ramey, 2006; White e Moore, 1998). Portanto, causa aumento de tensão na área do osso navicular. A condição pode inicialmente ser discreta e reversível, mas à medida que progride, pode resultar em alteração severa do formato do casco (Eriksson, 2018).

O desequilíbrio médiolateral foi o segundo de maior ocorrência. É um grave problema de equilíbrio e uma das causas da claudicação de origem podal (Dyson e Marks, 2003). Como os demais desequilíbrios podais, o desnivelamento médiolateral pode originar-se de práticas inadequadas de casqueamento e ferrageamento. Como resultado, o impacto no solo é concentrado em um único talão. Em virtude do apoio desproporcional do peso, ocorre também separação entre os talões, o que leva ao colapso mecânico das estruturas que sustentam o bulbo do talão (Turner, 2003).

No POSc, observou-se maior porcentagem de ranilhas contraídas quando comparado ao PREc. O fato pode ser atribuído à presença de ranilha desvitalizada (excedente) em PREc já que os animais haviam sido casqueados há 45 – 60 dias. Quando o casqueamento é realizado, a ranilha desvitalizada é

retirada modificando assim suas dimensões explicando, portanto, a maior porcentagem de ranilhas contraídas em POSc (Figura 9). Dois dos animais avaliados apresentaram diferença mínima de três milímetros na altura dos talões lateral e medial somente em POSc, configurando desnivelamento dos talões (*sheared heels*). Interessantemente, isto não foi averiguado em PREc, possivelmente devido ao deslocamento proximal da borda coronária de um dos bulbos e pelo desgaste desproporcional dos talões (Figura 10). O desgaste desproporcional pode estar associado à má orientação médiolateral do casco, podendo levar a forças desproporcionais sobre o aspecto lateral ou medial do casco durante a fase de aterrissagem da passada (O'Grady e Poupard, 2003). Após o casqueamento, o nivelamento dos talões com o solo foi realizado, porém o desalinhamento da borda coronária dos bulbos se manteve, proporcionando a diferença observada em POSc. Importante ressaltar, que pela observação dos cascos e alinhamento do dígito, os cascos dos dois animais em questão apresentavam o desnivelamento médio-lateral tanto em PREc quanto em POSc. No entanto, pela mensuração das estruturas, ou seja, por meio da biometria, o desequilíbrio mostrou-se presente somente em POSc, possivelmente pelo desgaste desproporcional. Esse tipo de desequilíbrio pode ser causado por casqueamento/ferrageamento inadequados, por má conformação do membro, claudicação crônica ou ainda por práticas que visam exclusivamente correção da marcha (O'grady, 2005).

No que diz respeito ao desnivelamento dorsopalmar, parece haver concordância na literatura de que a pinça e o talão devem, idealmente, ser paralelos. Ou seja, o ângulo da pinça (AP) deve ser igual ao AT (Craig e Craig, 2005). No entanto, Craig e Craig (2005), ao avaliarem 230 cavalos, observaram que o AT dos membros torácicos é, em média, 8,3 graus inferior ao AP. Segundo os mesmos, variações de até 10 graus não acarretariam em maiores complicações ao animal e, portanto, não necessitariam de intervenções.

As diferenças encontradas para os desequilíbrios podais no PREc e POSc devem ser levadas em consideração. Estudos referentes à identificação de desequilíbrios não trazem informações a respeito dos intervalos entre casqueamentos (Canto et al., 2006; Maranhão et al., 2007; Melo et al., 2011; Schade et al., 2013). Partindo do princípio que serão encontradas medidas diferentes de acordo com o período em que as avaliações biométricas forem

realizadas (Souza, 2017), essa informação é de extrema importância para a correta interpretação dos dados.

Os desequilíbrios podais avaliados no estudo não foram corrigidos por meio de um único casqueamento. Pode-se atribuir a esse fato a maneira pelo qual o mesmo foi realizado (Hood et al., 1997), o qual busca aproximação moderada das estruturas, conseqüentemente produzindo mudanças graduais nos cascos dos animais (Craig, 2015).

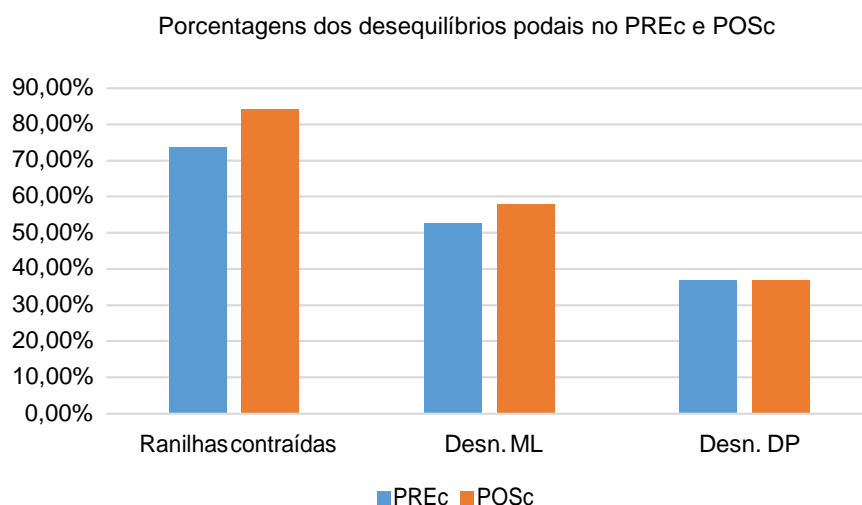


Figura 8. Representação gráfica do percentual de desequilíbrios podais encontrados em 19 éguas da raça Mangalarga antes (PREc) e após (POSc) o casqueamento. Desn. ML – desnivelamento médiolateral; Desn. DP – desnivelamento dorsopalmar.

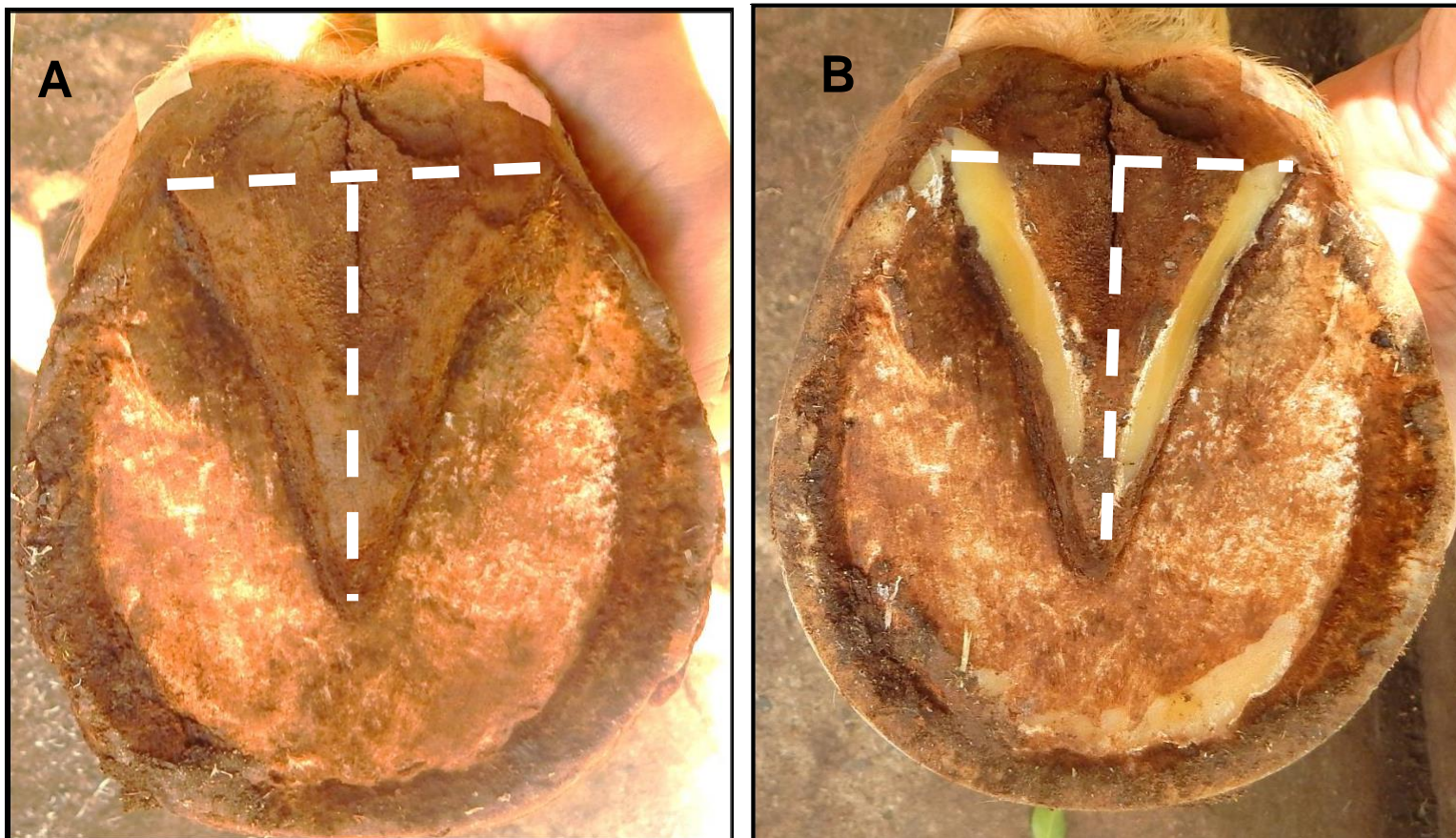


Figura 9 Imagem fotográfica do casco de MTE de égua Mangalarga, evidenciando o A) aspecto da ranilha no PREc e B) aspecto da ranilha no POSc. Nota-se que a ranilha desvitalizada prejudica a correta mensuração.

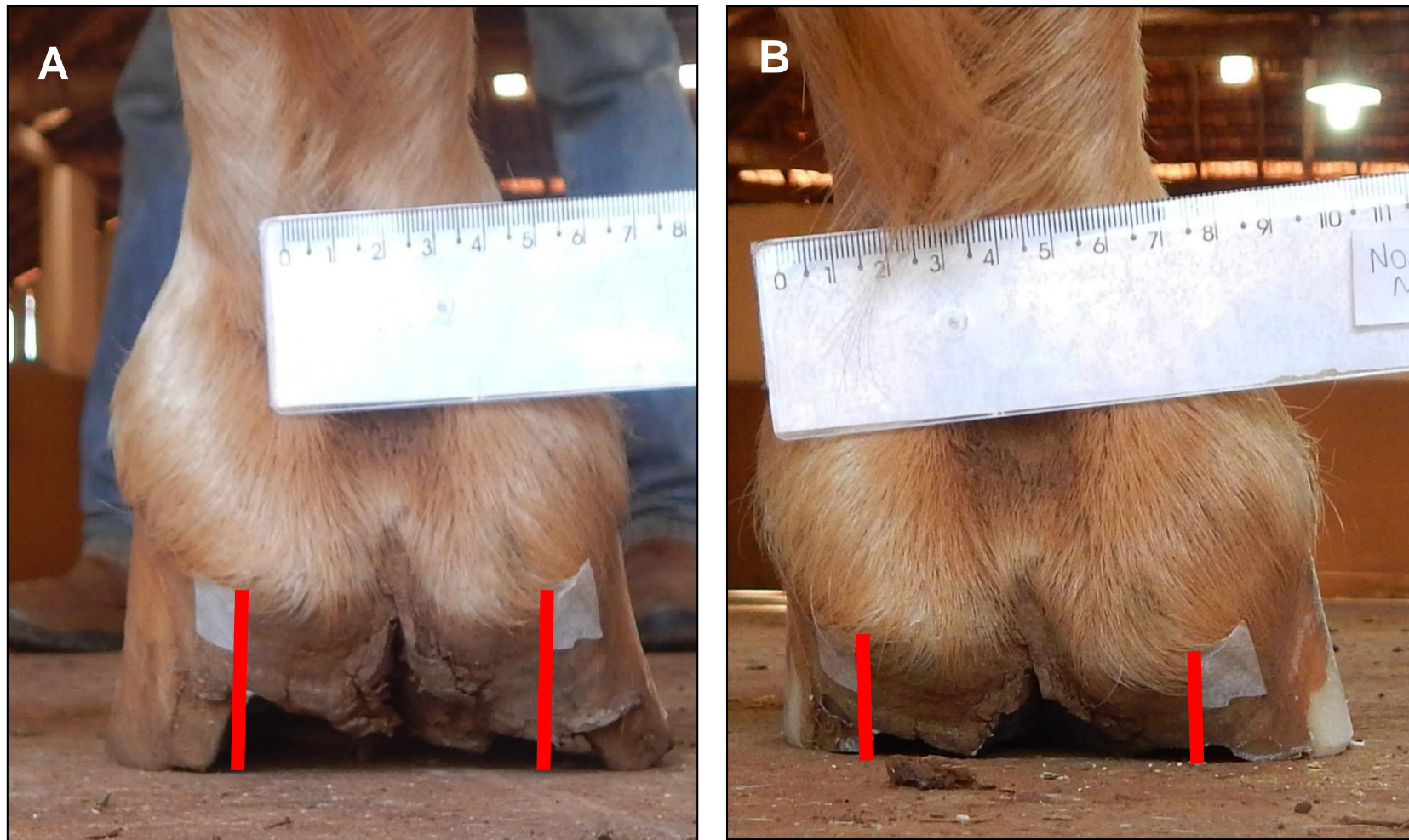


Figura 10. Imagem fotográfica do casco de MTD de égua Mangalarga, evidenciando a diferença na altura dos talões após o casqueamento. A) talões sem diferença de 3 mm entre suas alturas em PREc e B) talões apresentando diferença maior que 3 mm de altura em POSc.

A relação entre CP e peso vivo também foi avaliada segundo os critérios pré-estabelecidos por Balch et al. (1991). Em PREc, 13 (68,4%) dos animais avaliados possuíam comprimento excessivo da pinça em relação ao peso vivo e seis (31,6 %) apresentavam CP abaixo do estabelecido para o peso. No POSc o número de animais que apresentavam comprimento excessivo das pinças diminuiu para seis (31,6 %). Em contrapartida, o número de animais com CP abaixo do estabelecido para o peso subiu para 10 (52,63%). E ainda, três (15,8%) dos animais passaram a apresentar CP ideal em relação ao peso vivo, segundo os autores supracitados.

O valor médio para CP dos animais avaliados no PREc foi de $8,9 \pm 0,1$ cm e no POSc $8,3 \pm 0,1$ cm. O valor de CP no PREc apresentou-se muito próximo do encontrado por Silva (2017) nos membros torácicos de cavalos Mangalarga Marchador ($8,98 \pm 0,7$ cm com último casqueamento variando de 0 a 60 dias). O CP dos membros torácicos dos animais avaliados no presente estudo foi superior ao encontrado por Canto et al. (2006) e Souza et al. (2016) em equinos da raça Crioulo ($8,7 \pm 0,6$ cm); Melo et al. (2011) na raça Quarto de Milha ($8,15 \pm 0,6$ cm); Schade et al. (2013) em cavalos mestiços ($8,6 \pm 0,8$ cm).

O CP pode estar relacionado com a atividade física e o tipo de casqueamento. Um CP longo resulta em maior tempo de apoio do casco no solo (Drumond et al., 2016). Com isso, há um aumento da passada, benéfico para a marcha trotada, que constitui andamento diagonal, bipedal de dois tempos. Esta se diferencia do trote por ter uma ínfima suspensão entre os apoios, podendo ser definido como tríplice de pinça, já que este tríplice apoio se dá de maneira leve e sutil através da pinça do casco (ABCCRM, 2019).

No entanto, o comprimento excessivo das pinças promove o estreitamento dos cascos, tornando a sola plana e levando à contração dos talões (ranilhas) (Balch et al., 1995). Este desequilíbrio acarreta prejuízos ao animal por proporcionar absorção ineficaz do impacto à recepção da passada, além de má distribuição das forças de peso e carga (Ramey, 2006; White e Moore, 1998). Deste modo, há aumento de tensão na área do osso navicular, podendo ainda resultar em remodelamento severo do formato do casco (Eriksson, 2018). Mesmo com conhecimento dos prejuízos de um CP longo, por vezes, o casqueamento dos equinos atletas é realizado com o objetivo de

melhorar o desempenho na marcha, explicando assim o CP longo evidenciado nos animais do estudo.

Devido à variação do CP observada nos diferentes estudos, torna-se difícil estabelecer um valor ideal em relação ao peso. Neste sentido, a realização de ensaios clínicos com grupos homogêneos de animais seria interessante. Para uso das diretrizes estabelecidas por Balch et al. (1995) a respeito do CP adequado em relação ao peso vivo é necessário considerar a variação anatômica da posição relativa da FD dentro do casco, a espessura das estruturas epidérmicas, além do andamento característico da raça e a atividade esportiva do animal.

Os valores de ATM e ATL em PREc foram inferiores aos apresentados por Maranhão et al. (2007) em equinos de tração (MTE – ATM - $3,89 \pm 1,14$; ATL - $3,74 \pm 1,10$; MTD – ATM - $3,80 \pm 0,99$; ATL - $3,85 \pm 1,21$), Melo et al. (2011) em Quarto de Milha (MTE – ATM - $4,90 \pm 0,92$, ATL - $4,82 \pm 0,71$; MTD – ATM - $4,91 \pm 0,62$, ATL - $4,89 \pm 0,62$), Schade et al. (2013) também em equinos de tração (MTE – ATM - $3,42 \pm 0,96$, ATL - $3,40 \pm 0,95$; MTD – ATM - $3,58 \pm 0,98$, ATL - $3,62 \pm 0,94$) e por Silva (2017) em Mangalarga Marchador (ATM – $5,39 \pm 0,68$ ATL – $5,31 \pm 0,68$). Pode - se inferir dessa forma que os animais avaliados da raça Mangalarga possuem menor altura dos talões quando comparado às outras raças mencionadas. Segundo Parks (2003) o “achinelamento” dos talões (underrun heels) é uma anormalidade do casco comumente encontrada na prática equina, podendo ser considerada normal. Pode ser útil diferenciar um talão baixo e um achinelado. Animais que apresentam talão baixo possuem o AT menor que o AP, porém a estrutura da base do casco é relativamente boa e não está comprometida (Parks, 2003). De modo contrário, um talão achinelado é definido quando o AT é no mínimo cinco graus menor em relação ao AP (desnivelamento dorsopalmar) e os talões, barras e ranilha encontram-se comprometidos (Turner, 1992). No presente estudo, todos os animais avaliados apresentaram talões baixos. Destes, 31,6% apresentaram o desnivelamento dorsopalmar, no entanto, não apresentaram comprometimento das estruturas. O comprometimento dos talões faz com que o casco perca a habilidade de suportar o peso de maneira eficiente, transferindo mais peso para a ranilha e coxim digital e maior força é aplicada ao TFPD (Parks, 2003). É importante que haja cuidado quanto à altura dos talões, tendo em vista que diminuir o talão com o intuito de

melhorar o diagrama da marcha ou transmitir maior comodidade ao cavaleiro pode prejudicar o desempenho e bem-estar animal, uma vez que estruturas articulares, tendíneas e ligamentares estarão sobrecarregadas (Silva, 2017).

O AP é definido pelo ângulo formado pela parede do casco e sua superfície de contato com o solo, um ângulo correto é essencial para alcançar um EQC ideal (O'grady e Poupard, 2001; Kummer et al., 2006). É documentado na literatura um ângulo de 45 graus para membros torácicos, apesar de ser contraditório na ciência e na prática (O'grady e Poupard, 2001; Gill, 2007). Variações no AP são reportadas (Gordon et al., 2013), no entanto, o ângulo ideal para os membros torácicos deve variar entre 50 e 55 graus (Lesniak et al., 2017). Os valores médios de AP em PREc e POSc se apresentaram dentro do intervalo de normalidade 50,5 e 50,6 graus respectivamente. A distribuição de força no casco está relacionada ao AP, ângulos mais agudos aumentam a carga nos talões. Por exemplo, um AP de 39 graus resulta em 75% do peso de carga nos talões, comparado a 57% de carga quando o AP é "normal" com 55 graus (Barrey, 1990).

Das nove mensurações realizadas no casco, houve diferença ($p < 0,05$) entre os momentos PREc e POSc para a variável CC, para o antímero esquerdo, AP, AT e ATM, para ambos os antímeros (Tabela 1). As diferenças encontradas entre os dados PREc e POSc foram constatadas após um único casqueamento. No entanto, os animais avaliados são casqueados regularmente, em intervalos de 45 a 60 dias.

A variável CC diferiu entre os momentos, apresentando valor superior em POSc ($p < 0,05$). O casqueamento proporcionou aumento relativo da área de apoio dos cascos com o solo devido à aparafusagem realizada nos talões (achinelados). Este fato aumentou a superfície de contato da região palmar do casco, o que auxilia a distribuição das forças biomecânicas geradas durante o movimento (Balch et al. 1995, O'Grady & Poupard 2001, Page & Hagen 2002).

As variáveis AP e AT foram alteradas significativamente em uma única intervenção. Houve diminuição do AP e AT, no entanto, não levou à redução do número de animais com desnivelamento dorsopalmar.

Assimetrias fisiológicas podem existir nos cascos dos equinos, desde que as mesmas sejam discretas (Wilson et al., 2009). Nos animais avaliados, observou-se assimetria referente a variável AP entre os antímeros em PREc. A

assimetria em questão foi corrigida por meio do casqueamento, em POSc não foram observadas assimetrias significativas (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis lineares e angulares dos cascos torácicos de 19 equinos, fêmeas, da raça Mangalarga, divididas por antímero (direito e esquerdo), obtidas antes (PREc) e após o casqueamento (POSc).

| VARIÁVEIS | MTE | | MTD | |
|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | PREc | POSc | PREc | POSc |
| CC (cm) | 11,6±0,2A | 12,3±0,2B | 11,6±0,2 | 12,3±0,2 |
| LBR (cm) | 5,3±0,1 | 5,1±0,1 | 5,5±0,1 | 5,4±0,1 |
| LT (cm) | 6,4±0,1 | 6,0±0,1 | 6,5±0,1 | 6,3±0,1 |
| CR (cm) | 8,7±0,2 | 8,8±0,2 | 8,6±0,2 | 8,9±0,2 |
| CP (cm) | 8,9±0,1 | 8,4±0,1 | 8,9±0,1 | 8,2±0,1 |
| AP (°) | 49,6±0,3aA | 50,5±0,3B | 51,4±0,3bA | 50,8±0,3B |
| AT (°) | 50,0±1,0A | 49,9±1,0B | 50,7±1,0A | 50,0±1,0B |
| ATL (cm) | 3,3±0,0 | 2,7±0,0 | 3,3±0,0 | 2,7±0,0 |
| ATM (cm) | 3,2±0,1A | 2,7±0,1B | 3,3±0,1A | 2,7±0,1B |

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre os antímeros (assimetria) e letras maiúsculas distintas na linha diferem entre momentos PREc e POSc pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CC – Comprimento do casco; LBR – largura base da rasilha; LT – largura do talão; CR – comprimento da rasilha; CP – comprimento da pinça; AP – ângulo da pinça; AT – ângulo do talão; ATL – altura do talão lateral e ATM – altura do talão medial. (°) – graus; (cm) – centímetros; PREc – momento antes do casqueamento; POSc – momento após o casqueamento; MTE – membro torácico esquerdo; MTD – membro torácico direito.

Além dos efeitos do casqueamento sobre a biometria do casco, avaliou-se seu efeito sobre os ângulos articulares dos membros torácicos. Neste, observou-se diferença estatística ($p < 0,05$) entre PREc e POSc para o ângulo MCF (Tabela 2).

Tabela 2. Média e desvio padrão dos ângulos articulares torácicos de 19 equinos, fêmeas, da raça Mangalarga, obtidos antes (PREc) e após o casqueamento (POSc).

| VARIÁVEIS | PREc | POSc |
|-----------|------------|------------|
| ES (°) | 60,2±4,6 | 58,4±5,8 |
| EU (°) | 108,1±4,2 | 107,7±4,9 |
| UR (°) | 144,6±6,0 | 144,1±6,3 |
| MCF (°) | 146,3±6,0a | 143,5±6,3b |

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre os momentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ES – ângulo escápulo-solo; EU – ângulo escápoloumeral; UR – ângulo umerorrádial; MCF – ângulo metacarpofalângico; (°) – graus; PREc – momento antes do casqueamento; POSc – momento após casqueamento.

Lage (2001), ao avaliar a qualidade da marcha de animais adultos da raça Mangalarga Marchador, segundo sua morfometria, seus aprumos e seu padrão de deslocamento, observou que as medidas corporais e as angulações ósseas dos membros do cavalo estão intimamente relacionadas ao tipo e à qualidade de seu andamento. Pode-se inferir, portanto, que alterações na angulação MCF como vista no presente estudo estejam relacionadas à qualidade do andamento nesses animais. Nosso estudo não contou com avaliação do padrão do deslocamento, no entanto, traz informações importantes a respeito da alteração desse ângulo, que nos leva a supor alterações na dinâmica desses animais.

Alteração na angulação da parede do casco (AP) possui relação com a diferença estatística encontrada para o ângulo articular MCF. Essas variáveis possuem relação com o EQC (Parks, 2003). No entanto, o EQC quebrado para trás que três animais apresentaram em PREc não foi possível de ser realinhado em uma única intervenção. EQC quebrado para trás leva a hiperextensão das articulações interfalângicas. As lesões associadas incluem doença degenerativa das articulações, fraturas e lesões nos tendões flexores (Balch, 1995). Segundo Leach (1993), o manejo dos cascos e a manutenção do seu equilíbrio, principalmente a relação EQC são elementos chave na prevenção e controle da síndrome podotroclear. O ângulo MCF possui relação com o alinhamento das falanges, por isso, observou-se que o marcador colocado na coroa do casco (AID) necessitou ser reposicionado em 14 animais (73,7%).

Os valores biométricos e os ângulos articulares também foram analisados por meio de estatística multivariada. Observou-se, pelo método hierárquico de agrupamento, a partir do dendrograma (Figura 11), a segregação dos animais em dois grandes grupos. As variáveis CP, AT, ATL, ATM, CC, CR, LBR relacionadas ao casco e o ângulo da articulação UR foram as principais responsáveis ($p < 0.05$) pela segregação dos grupos em PREc (Tabela 3 e Figura 12).

A mesma distinção foi observada em POSc (Figuras 13 e 14). No entanto, nota-se que houve migração de alguns animais do segundo grupo em PREc para o primeiro grupo no POSc (Tabela 3). Pôde ser observado que houve efeito direto do casqueamento na redistribuição dos animais, com maior homogeneidade dos cascos dos animais avaliados em POSc. No entanto, os

animais 1, 2, 4 e 19 continuaram segregados dos demais. Nestes, o (único) casqueamento não conseguiu corrigir os valores inferiores de AT e superiores do ângulo UR (Tabela 3 e Figura 14).

O estudo produziu informações importantes quanto à biometria dos cascos de fêmeas Mangalarga, quanto ao efeito do casqueamento na biometria e ainda nos ângulos articulares. Os resultados são importantes para criadores, ferradores e veterinários, para que juntos busquem a partir das informações contidas no trabalho melhorias para a raça. Os dados também podem embasar futuras pesquisas na área investigando a médio/longo prazo o efeito do casqueamento na biometria e morfologia dos cascos e ainda nos ângulos articulares das raças nacionais, principalmente nas raças relacionadas à marcha.

Tabela 3. Análise de variância das variáveis dos cascos e dos ângulos articulares torácicos de 19 fêmeas da raça Mangalarga, obtidas antes (PREc) e após o casqueamento (POSc), sendo significativo para segregação dos grupos $p < 0,05$.

| | PREc | POSc |
|------------------|-----------|-----------|
| Variáveis | | |
| CP | 0.005044* | 0.017151* |
| AP | 0.290118 | 0.529381 |
| AT | 0.000070* | 0.003631* |
| ATL | 0.048183 | 0.000538* |
| ATM | 0.023946 | 0.001214* |
| CC | 0.004206* | 0.158959 |
| CR | 0.026318* | 0.043407* |
| LT | 0.036159* | 0.223092 |
| LBR | 0.049473* | 0.077505 |
| ES | 0.137022 | 0.054062 |
| EU | 0.645268 | 0.672442 |
| UR | 0.005282* | 0.002996* |
| MCF | 0.274776 | 0.251899 |

Valores seguidos por (*) apresentaram diferença significativa na análise de variância ($p < 0,05$). CP – Comprimento da pinça; AP – ângulo da pinça; AT – ângulo do talão; ATL – altura do talão lateral e ATM – altura do talão medial; CC – Comprimento do casco; CR – comprimento da rasilha; LT – largura do talão; LBR – largura base da rasilha; ES – ângulo escápulo-solo; EU – ângulo escapuloumeral; UR – ângulo umerorrádial; MCF – ângulo metacarpofalângico.

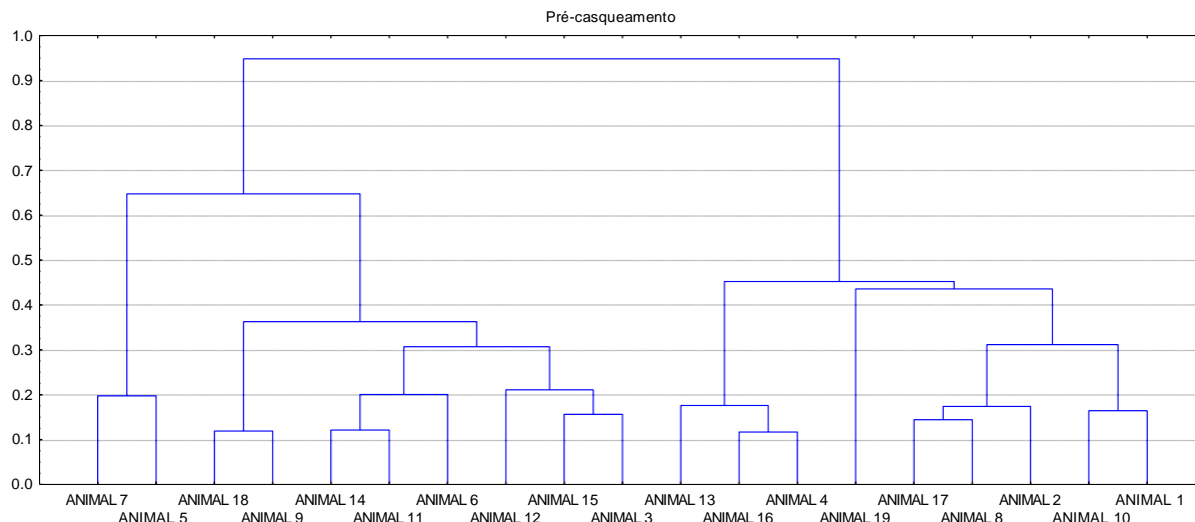


Figura 11. Dendrograma demonstrando a segregação dos animais em dois maiores grupos antes do casqueamento (PREc).

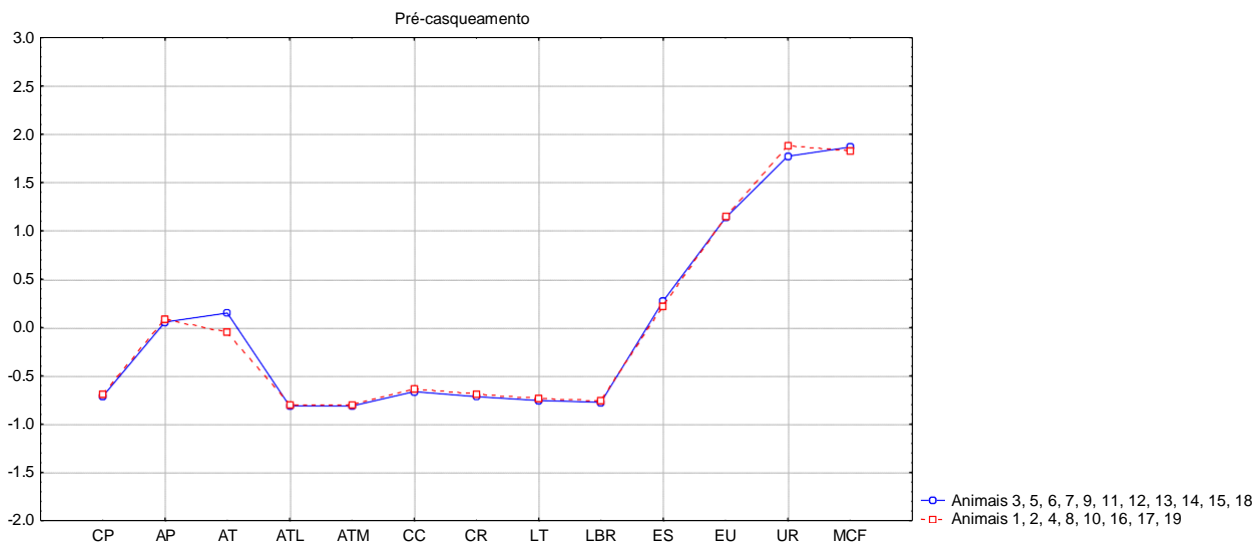


Figura 12. Representação gráfica demonstrando a segregação dos animais em dois grupos antes do casqueamento (PREc).

CP – Comprimento da pinça; AP – ângulo da pinça; AT – ângulo do talão; ATL – altura do talão lateral e ATM – altura do talão medial; CC – Comprimento do casco; CR – comprimento da rasilha; LT – largura do talão; LBR – largura base da rasilha; ES – ângulo escápulo-solo; EU – ângulo escápoloumeral; UR – ângulo umerorradial; MCF – ângulo metacarpofalângico.

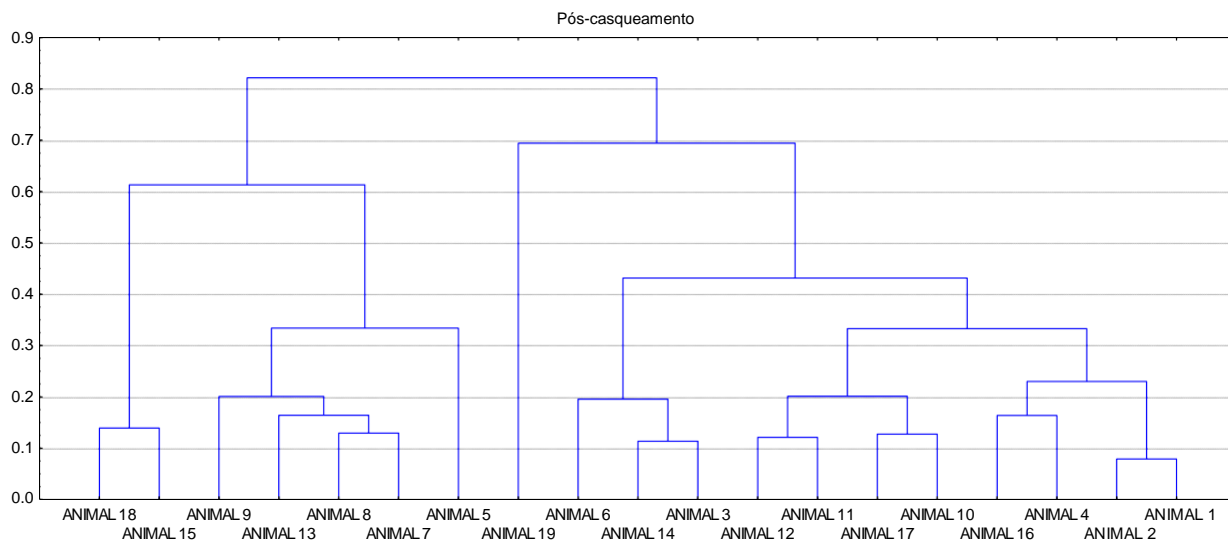


Figura 13. Dendrograma demonstrando a segregação dos animais em dois maiores grupos após o casqueamento (POSc).

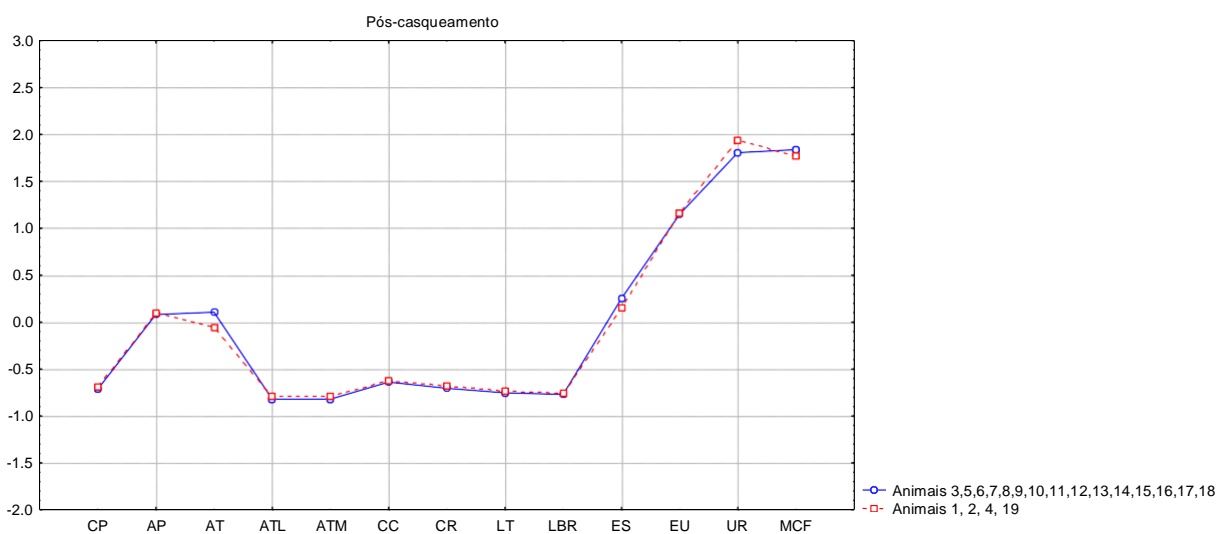


Figura 14. Representação gráfica demonstrando que a segregação em dois grupos no POSc ainda persiste, porém nota-se uma homogeneidade maior nos grupos. Valores menores de ângulo de talão (AT) e maiores de umerrorradial (UR) foram responsáveis pela segregação dos animais 1,2,4 e 19.

CP – Comprimento da pinça; AP – ângulo da pinça; AT – ângulo do talão; ATL – altura do talão lateral e ATM – altura do talão medial; CC – Comprimento do casco; CR – comprimento da ranilha; LT – largura do talão; LBR – largura base da ranilha; ES – ângulo escápulo-solo; EU – ângulo escápuloumeral; UR – ângulo umerorradial; MCF – ângulo metacarpofalângico.

5. CONCLUSÃO

Alterações bruscas na biometria dos cascos não são esperadas a partir de um único casqueamento em animais que são casqueados com intervalos regulares, desde que a prática seja realizada corretamente.

A avaliação dos cascos de fêmeas da raça Mangalarga possibilitou a identificação da alta incidência de ranilhas contraídas e desnivelamento médiolateral, apesar do intervalo regular entre casqueamentos nos animais avaliados. Os animais da raça Mangalarga apresentam ainda maior CP e menor ATM e ATL quando comparado a outras raças.

Os desequilíbrios podais apresentados pelos animais não foram corrigidos com (único) casqueamento. No entanto, uma única intervenção interferiu diretamente sobre as variáveis CC, AP, AT e ATM, e ângulo articular MCF.

Conclui-se ainda que a biofotogrametria é um recurso de avaliação não invasivo, de baixo custo, alta precisão e reprodutibilidade dos resultados já que possibilitou todas as avaliações do estudo.

6. REFERÊNCIAS

ABCCRM – Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo da Raça Mangalarga. Academia Mangalarga de Equideocultura Sistemática de Julgamentos. Disponível em: <<http://www.abccrm.com.br/>>. Acessado em: 15 janeiro 2019.

Anderson T. M., Mcilwraith C. W., Douay P (2004) The role of conformation in musculoskeletal problems in the racing thoroughbred. **Equine Veterinary Journal**. V. 36, p. 571-575.

Back, W.; Schamhardt, H. C.; Barneveld, A (1996) The influence of conformation on fore and hind limb kinematics of the trotting Dutch Warmblood horse. **Pferdeheilkunde**, v. 12, n. 4, p. 647-650.

Balch, O., White K. & Butler D (1991) Factors involved in the balancing of equine hooves. **Journal American Veterinary Medicine Association** V. 198, p. 1980-1989.

Balch, O., Butler, D., White, K., Metcalf, S. (1995) Hoof balance and lameness: improper toe length, hoof angle, and mediolateral balance. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 17, p. 1275-1282.

Balch, O.; Butler, D.; Collie, M. A (1997) Balancing the normal foot: hoof preparation, shoe fit and shoe modification in the performance horse. **Equine Veterinary Education**, Newmarket, v. 9, n. 3, p. 143-154.

Barrey, E. (1990) Investigation of the vertical hoof force distribution in the equine forelimb with an instrumented horseboot. **Equine Veterinary Journal Supplements**, n.9, p.35-38.

Baxter, G.M; Stashak, T. S.; Belknap, J. K.; Parks, A. (2011) **Adams and Stashak's lameness in horses**. 6th ed. Colorado: Wiley- Blackwell, cap. 1, p. 1272.

Bowker, R. M. (2003) Contrasting Structural Morphologies of 'Good' and 'Bad' Footed Horses. In: **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners**, New Orleans, Louisiana, v. 49, p. 186-209.

Budras, K.D.; König, H.E (2004) Casco (úngula) do cavalo. In: KÖNIG, H.E.; LIEBICH, HG. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**, v.2, p.-364 - 372.

Butler, D (1994) What every equine practitioner should know about hoof balance. In: American Association of Equine Practitioners, 40. Vancouver. **Proceedings... Vancouver: AAEP**, p.133-135.

Cabral, G. C (2004). Avaliação morfométrica de eqüinos da raça mangalarga marchador: medidas angulares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1790- 1797.

Canto, L.S., Delacôrte F.D., Brass, K.E. Ribeiro M.D (2006) Frequência de problemas de equilíbrio nos cascos de cavalos Crioulos em treinamento. **Brazilian Journal Veterinary Reserch Animal Science** 43: 489-495.

Clayton, H.M., Gray, O., Kaiser, L.J., Bowker, R.M (2011) Effects of barefoot trimming on hoof morphology. **Australian Veterinary Journal**, V. 89, n. 8.

Craig M. (2015) **A Modern Look At ... THE HOOF: Morphology ~ Measurement ~ Trimming ~ Shoeing**. 2 Ed. Smashwords Edition, 336 p.

Craig M. F., Craig J. J. (2005) Hoof and bone morphology of the equine digit: challenges to some common beliefs. **EponaShoe, Inc.**

Codarin, G. F., Felicio, L.R., Coelho, D.M., Oliveira, A.S (2012). Análise das distorções em leituras angulares de imagens fotográficas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.16, n.4.

Davies, H. M. S.; Philip, C (2007) **section I - Anatomy and Physiology of the equine digit, in: equine Podiatry**. Saunders, p. 5 – 7.

Denoix, J. M. (1994) Diagnostic Techniques for Identification and Documentation of Tendon and Ligament Injuries. In: **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v. 10, p. 365-407.

Dyson, S. J.; Marks, D. (2003) Foot pain and the elusive diagnosis. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Philadelphia, v. 19, p. 531-565.

Dyson, S. J.; Murray, R. C. (2010) Injuries Associated With Ossification of the Cartilages of the Foot. In: **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners AAEP**. Baltimore, Maryland. V. 56, p. 152-165.

Dyson, S. J.; Nagy, A. (2011) Injuries Associated with the Cartilages of the Foot. In: **Equine veterinary Education**. v. 23, n. 11, p. 581-593.

Drumond, B.; Ginelli, A.M.G.; Faleiros, R.R. et al. (2016) Hoof capsule distortion and radiographic measurements of the front feet in Mangalarga Marchador horses subjected to athletic training. **Pferdeheilkunde**, v.32, n.2, p.110-118.

Eriksson, S. (2018) **Pathomorphology of equine navicular bone lesions**. Lithuanian university of health sciences veterinary academy Faculty of Veterinary Medicine. Master thesis of Integrated Studies of Veterinary Medicine.

Getty, R (1986) Osteologia equina. In: **SISSON/GROSMAN Anatomia dos animais domésticos** 5a ed. p.267-273.

Gill, D.W. (2007) Farriery: The Whole Horse Concept: The Enigmas of Hoof Balance Made Clear; **Nottingham University Press**: Nottingham, UK. 1 ed.p.146.

Godoi, F. N.; Almeida, F. Q.; Toral, F. L. B. Miranda, A. L. S., Kaiper, R. R., Bergmann, J. A. G. (2014) Repeatability of kinematics traits of free jumping in Brazilian sport horses. **Livestock Sci.**, v.168, p. 1-8.

Gordon, S.; Rogers, C.; Weston, J.; Bolwell, C.; Doolonjin, O (2013) The Forelimb and Hoof Conformation in a Population of Mongolian Horses. **Journal Equine Veterinary Science**. V 33, p 90–94.

Goubaux, A.E.; Barrier, G. (1890) De l'exterior du cheval. 2.ed. **Paris: Asselin**, p.996.

Hill, A. E., Gardner, I. A., Carpenter T. E., Stover S. M. (2004) Effects of injury to the suspensory apparatus, exercise, and horseshoe characteristics on the risk of lateral condylar fracture and suspensory apparatus failure in forelimbs of thoroughbred racehorses. **American Journal of Veterinary Research**. 65, 1508-1517.

Hood, D.M., Taylor, D., Wagner, I.P. (2001) Effects of ground surface deformability, trimming, and shoeing on quasistatic hoof loading patterns in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Vol 62 No. 6.

Hood, D.M.; Jackobsen, A. C. (1997) The principles of equine hoof wall conformation. In: Hood, DM; Wagner, I.P.; Jackobsen, A.C.; editors. **Proceedings of the hoof Project**. p. 2-19. Citado por O Grady e Poupard 2003.

Jackson S.G. (1997). Trace minerals for the performance horses: known biochemical roles and estimates of requirements. **Irish Veterinary Journal** 50: 668–674.

König, H. E.; Lebach, H. G. (2016) **Anatomia dos Animais Domésticos**, Texto e Atlas Colorido. Sexta edição. Editorial Artmed, Porto Alegre.

Kummer, M., Lischer, C., Vargas, J., Hugelshofer, J., (2004) Evaluation of a standardised radiographic technique of the equine hoof. **Schweizer Archiv für Tierheilkunde** V.11, p. 507–514.

Kummer, M., Geyer, H., Imboden, I., Auer, J., Lischer, C. (2006) The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses. **The Veterinary Journal** V. 172, p. 58–66.

Kummer, M., Gyax, D., Lischer, C., Auer, J. (2009) Comparison of the trimming procedure of six different farriers by quantitative evaluation of hoof radiographs. **The Veterinary Journal**, V. 179, p. 401–406.

Lage, M.C.G.R. Caracterização morfométrica, dos aprumos e do padrão de deslocamento de eqüinos da raça Mangalarga Marchador e suas associações com a qualidade da marcha. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. 114p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.

Lawson S. E., Chateau H., Pourcelot P., Denoix J. M., Crevier- Denoix N. (2007) Effect of toe and heel elevation on calculated tendon strains in the horse and the influence of the proximal interphalangeal joint. **Journal of Anatomy**, 210, 583 e 591.

Leach, D. H. (1993) Treatment and pathogenesis of navicular disease ('syndrome') in horses. **Equine Veterinary Journal**, Reino unido, V. 25, n. 6, p. 477-481.

Lesniak, K., Williams, J., Kuznik, Kerry., Douglas, P. (2017) Does a 4-6 week shoeing interval promote optimal foot balance in the working equine? **Journal Animals**, v. 7, 29.

Liebich, H-G.; König, H.E. (2004) Membro anterior ou membro torácico (*Membra thoracica*). In: KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H-G. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**, v.2, p.147-170.

Maranhão, R.P.A., Palhares, M.S., Melo U.P., Rezende, H. H. C., Ferreira, C. (2007) Avaliação biométrica do equilíbrio podal de equídeos de tração no município de Belo Horizonte. **Ciência Animal Brasileira** v. 8, p. 297-305.

Melo, U. P., Santiago, R. M. F. W., Barreto, Júnior, R. A., Ferreira, C., Bezerra, M. B., Palhares, M. S. (2011) Biometria e alterações do equilíbrio podal em equinos utilizados em vaquejada, **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.4, p.368-375.

Meneses, A. C. A., Costa, M. D., Maruch, S., Moreira, P. R., Neto, T. M. (2014) Medidas lineares e angulares de animais da raça Quarto de Milha utilizados em uma prova de vaquejada. **Revista brasileira de Ciência Veterinária.**, v. 21, n.4, p. 256-261.

Moyer W, Anderson J. (1975) Sheared heels: diagnosis and treatment. **Journal of the American Veterinary Medical Association**; 166:53–5.

Mota, Y. L.; Mochizuki, L.; Carvalho, G. A. (2011) Influência da Resolução e da Distância da Câmera nas Medidas feitas pelo *Software* de Avaliação Postural (SAPO). **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v

O'grady, S.E., Poupard, D.A. (2001) Physiological horseshoeing: an overview. **Equine Veterinary Education** 13, 330–333.

O'grady, S.E., Poupard, D.A. (2003) Proper physiologic horseshoeing. **The Veterinary Clinics of North America Equine Practice** v.19, p. 333– 351.

O'grady, S.E., (2005) How to manage sheared heels. **Proceedings** – equipodiatry.com.

Page, B. T., Hagen, T.L. (2002) Breakover of the hoof and its effect on structures and forces within the foot. **Journal of Equine Veterinary Science**. V. 22, Issue 6, p. 258-264.

Parks, A. (2003) Form and function of the equine digit. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 285-307.

Parks, A.H. (2012) Therapeutic farriery one veterinarian's perspective.

Veterinary Clinics of North America Equine Practice, v.28, p.333–350.

Ramey P. (2006) Care and Rehabilitation of the Equine Foot. **Lakemont: Hoof Rehabilitation Publishing**, 1 ed.

Redden, R. F. A. (1989) A method for treating club foot. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AAEP, 34. San Diego, EUA. **Proceedings...** San Diego, 1989. p. 321-324.

Redding, R. (2009) Anatomy of the Equine Foot as it Pertains to Imaging - What You Need to Know. In: **Proceedings of the American Association of Equine Practitioners**, Focus on the Foot. Columbus, Ohio. p. 28-40.

Ribeiro, D.B. (1988) **O cavalo: raças, qualidades e defeitos**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 318p.

Sampaio, B.F.B.; Zúccari, C.E. S. N.; Shiroma, M. Y. M., Bertozzo, B. R., Leonel, E. C. R., Surjus, R. S., Gomes, M. M. M., Costa e Silva, E. V. (2013) Biometric hoof evaluation of athletic horses of show jumping, barrel, long rope and polo modalities. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, Salvador, v.14, n.3, p.448-459.

Sanchez, H. M., Barreto, R. R., Baraúna, M. A., Canto, R. S. T., Morais, E. G. (2008) Avaliação postural de indivíduos portadores de deficiência visual através da biofotogrametria computadorizada. **Revista Fisioterapia em Movimento.** v. 2, n. 21, p. 11-20.

Santiago, J. M.; Resende, A. S. C.; Fonseca, M.G. et al. (2013) Comparação entre as medidas morfométricas do rebanho atual de machos mangalarga marchador e dos campeões da raça. **Boletim de Indústria animal.**, N. Odessa, v.70, n.1, p.46-52.

Schade, J.; Baldissera, R.; Paolini, E.; Fonteque, J.H. (2013) Biometria do equilíbrio podal em equinos de tração pertencentes ao Programa de Extensão “Amigo do Carroceiro” do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no município de Lages/SC, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.456-461.

Silva, T. O. (2017) **Descrição morfológica e da trajetória tridimensional dos cascos de equinos da raça mangalarga marchador**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 62p. Dissertação (*Magister Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa.

Sisson, S. (1986) Articulações do equino. In: GETTY, R. SISSON/GROSMAN **Anatomia dos animais domésticos** 5a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.332-336.

Souza, M.V.; Duran, M.N. (2004) El aplomo del caballo. **Revista Ceres**, v.51, n.294, p.347-370.

Souza, A.F., Kunz, J. R., Laus, R., Moreira, M. A., Muller, T. R., Fonteque J. H. (2016) Biometrics of hoof balance in equids. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.68, n.4, p.825-831.

Strasser H, Kells S. (2000) **A lifetime of soundness: the keys to optimal horse health lameness rehabilitation and the high-performance barefoot horse**. Editora Sabine Kells. 3 ed. 196 p.

Toledo, A.P. (1985) Mecânica de sustentação e locomoção dos eqüinos. São Paulo: **Panamed** 177p.

Turner, T. A.; Stork, C. (1989) Hoof abnormalities and their relation to lameness. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AAEP, 34., 1989. San Diego, EUA. **Proceedings...** San Diego, p. 293-297.

Turner, T.E. (1992) The use of hoof measurements for the objective assessment of hoof balance. In: **American association of equine practitioners**, v. 38. Orlando, Florida. Proceedings... Orlando: AAEP, p.389-395.

Turner, T.A. (2003) Examination of the equine foot. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.19, n.2, p.309-332.

White, N.A.; Moore, J. N. (1998) Current techniques in **Equine Surgery and Lameness**. Virginia: Saunders, 2 ed.

Wilson, G.H.; McDonald, K.; O'Connell, M.J. (2009) Skeletal forelimb measurements and hoof spread in relation to asymmetry in the bilateral forelimb of horses. **Equine Veterinary Journal**, v.41, n.3, p238-41.

Wilson, A. Agass, R. Vaux, S., Sherlock, E., Day, P., Pfau, T. Weller, R. (2014) Foot placement of the equine forelimb: relationship between foot conformation, foot placement and movement asymmetry. **Equine Veterinary Journal**, 48, 90-96.