

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

Jéssica Fontana de Magalhães

**Características corporais, adiposidade, morfometria radiológica do casco
e avaliação radiográfica e ultrassonográfica do boleto de equinos
Mangalarga Marchador de alto desempenho**

Belo Horizonte

2022

Jéssica Fontana de Magalhães

**Características corporais, adiposidade, morfometria radiológica do casco
e avaliação radiográfica e ultrassonográfica do boleto de equinos
Mangalarga Marchador de alto desempenho**

Tese apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Ciência Animal.

Área de Concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Resende Faleiros.

Co-orientadores: Profa. Andressa Batista da Silveira Xavier e Prof. Luiz Alberto do Lago

Belo Horizonte

2022

M189c Magalhães, Jessica Fontana de, 1988 -
Características corporais, adiposidade, morfometria radiológica do casco e avaliação radiográfica e avaliação radiográfica e ultrassonográfica do boleto de equinos Mangalarga Marchador de alto desempenho/ Jessica Fontana de Magalhães. -2022.
170 f.il

Orientador: Rafael Resende Faleiros
Coorientadores: Andressa Batista da Silveira Xavier
Luiz Alberto do Lago

Tese (Doutorado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Doutora em Ciência animal.
Área de Concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias.
Bibliografias: f. 169 a 170.

1. Mangalarga Marchador - Teses - 2. Equino - Teses - 3. Ciência animal - Teses -
I. Faleiros, Rafael Resende - II. Xavier, Andressa Batista da Silveira - III. Lago, Luiz Alberto do
IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - V. Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

FOLHA APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

JÉSSICA FONTANA DE MAGALHÃES

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração em Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovada em 30 de maio de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Rafael Resende Faleiros
Presidente – Orientador(a)

Dr.(a). Flavio Desessards De La Corte

Dr.(a). Armando de Mattos Carvalho

Dr.(a). Diogo Gonzaga Jayme

Dr.(a). Mayara Gonçalves Fonseca



Documento assinado eletronicamente por Rafael Resende Faleiros, Professor do Magistério Superior, em 31/05/2022, às 06:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Armando de Mattos Carvalho, Professor do Magistério Superior, em 31/05/2022, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Flávio Desessards De La Corte, Usuário Externo, em 01/06/2022, às 07:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Mayara Gonçalves Fonseca, Usuário Externo, em 01/06/2022, às 08:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Diogo Gonzaga Jayme, Professor do Magistério Superior, em 03/06/2022, às 12:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1461464 e o código CRC A5F305A7.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me permitir acreditar.

Ao meu pai e minha mãe, Etiene e Nelízia, aos meus irmãos, Josy, Etiene Júnior e Julia, por todo amor e carinho.

Aos meus afilhados, Nicolas e João, e minha sobrinha Giovana, por me ensinarem um amor que transborda.

Aos cavalos, pela paixão e beleza encantadora, que me fazem querer estudar sempre mais por eles e trabalhar com alegria.

Aos meus avós, *in memoriam*. Que me trazem memórias doces da infância.

A minha família, por fazer parte da minha vida.

Ao Guto, pelo carinho, companheirismo, paciência e incentivo. Por estar ao meu lado sempre. E a toda sua família.

Aos meus amigos, por tornarem a vida mais leve e agradável.

Aos ICs e estagiários, pela ajuda essencial. E aos colegas de Mestrado e Doutorado, Mayara, Letícia, Bruno, Tony, Patrícia, Helô. Sem vocês não existiria experimento!

A Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM); a Abla, por meio do Marcel e Marcelo, a ao Ramon pela parceria no projeto.

Aos professores e funcionários da escola e hospital veterinário da UFMG.

Ao prof. Valentim e ao enfermeiro Carlão, pela agradável convivência.

A minha querida Bia (*in memoriam*), que me ensinou o verdadeiro significado de amor incondicional e por ter sido muito mais do que um animal de estimação. Ao Fred, pelo amor e lealdade.

Aos membros da banca, pela atenção e disponibilidade.

Ao prof. Geraldo Eleno, pelo exemplo e ensinamentos de medicina veterinária e de vida.

Aos meus co-orientadores, Lago e Andressa, por todo apoio e auxílio durante todo projeto.

Ao meu orientador, Rafael Faleiros, pelos 12 anos de caminhada! Pela oportunidade de uma Iniciação Científica; pela confiança e ensinamentos durante a Residência; pela paciência e por apoiar minhas decisões durante o Mestrado; e agora, por mais uma etapa, me orientar no Doutorado. E que caminhada! Por ser um “pai” durante todos esses anos e pelo exemplo de profissional, professor e orientador. A sua família também.

A todos que participaram e ajudaram de alguma forma.

MUITO OBRIGADA!

*NÃO maltrate os animais!
São também filhos de Deus e irmãos
nossos menores, que não adquiriram a
faculdade do raciocínio abstrato.
Mas são amigos que precisam de nossa
ajuda e carinho.
Não lhes imponha trabalhos demais. Alimente-
os bem. Trate-os em suas enfermidades.
Faça com essas criaturas de Deus, que
dependem de você, o mesmo que você
gosta de receber dos Anjos do Bem.
Autor: Carlos Torres Pastorino*

RESUMO

O objetivo foi avaliar a prevalência de alterações no posicionamento da falange distal e de lesões da articulação e do ligamento suspensor do boleto (LSB) e suas correlações e associações com características corporais, graus de adiposidade e variáveis morfométricas do casco de equinos Mangalarga Marchador (MM) de alto desempenho. Para tanto, foram colhidas informações sobre as características corporais, adiposidade, morfometria radiológica do casco e avaliação radiográfica da articulação metacarpofalangeana e ultrasonográfica do LSB de equinos apresentados nas exposições nacionais do MM nos anos de 2011, 2017 e 2018. A grande maioria dos animais apresentou sinais de adiposidade excessiva (82%) e deposição excessiva de tecido adiposo na região da crista do pescoço (89,74%), características historicamente relacionadas a doenças de desenvolvimento, desregulação insulínica e laminite. A maioria também apresentou cascos torácicos com pinça longa, suporte de carga excessivamente dorsal, eixo podofalangeano quebrado para trás e talões escorridos. Foram detectadas várias lesões na articulação e no LSB, com marcada prevalência de dilatação de canalículos (78%) e irregularidades nas bordas dos sesamoides proximais (72,2%), lesões nos ramos (82,8%) e na origem (44,9%) do ligamento suspensor do boleto e osteófitos dorsais na falange proximal (47,7%), condizentes com sesamoidite, desmitemes proximal e nos ramos e osteoartrite, respectivamente. Comparando-se as variáveis, observou-se correlação e associação do aumento da adiposidade com maior afastamento entre estojo córneo e falange distal e maior intensidade da presença de osteófitos na articulação do boleto. Equinos MM com adiposidade cervical evidente apresentaram 1,4 vezes mais prevalência ($P=0,008$) de afundamento da falange distal e 1,6 vezes mais ($P=0,002$) de osteófitos no boleto. Relações semelhantes foram verificadas entre distorções de casco condizentes com a prática de deixar a pinça longa e lesões no LSB. Equinos MM com talões escorridos tiveram 1,6 vezes mais prevalência de desmiteme proximal ($P=0,001$) e aqueles com eixo podofalângico quebrado para trás tiveram 1,9 vezes mais prevalência de desmiteme grave do ramo medial do suspensor do boleto ($P=0,005$). Entre os anos de 2011 e 2017/2018, apesar de não ter se observado redução nos níveis de adiposidade, houve uma redução nas medidas de variáveis indicadoras de laminite e uma melhora em alguns parâmetros de conformação de casco, indicando melhora nas condições de casqueamento e ferrageamento. Esses achados corroboram com a hipótese de que a obesidade e as práticas inadequadas de casqueamento e ferrageamento promovem alterações condizentes com desenvolvimento de laminite do tipo endocrinopática, distorções do estojo córneo do casco e trauma na articulação e no ligamento suspensor do boleto, sendo esse conjunto lesões de alto potencial para impedir qualquer tipo de atividade atlética e comprometer sensivelmente a sanidade e o bem-estar em equinos MM de alto desempenho.

Palavras-chave: cavalo, casco, boleto, obesidade, radiologia.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the prevalence of alterations in the positioning of the distal phalanx and lesions of the joint and the suspensory ligament of the fetlock (LSB) and their correlations and associations with body characteristics, degrees of adiposity and morphometric variables of the hoof of Mangalarga Marchador (MM) horses.) high performance. To this end, information was collected on body characteristics, adiposity, radiological morphometry of the hoof and radiographic evaluation of the metacarpophalangeal joint and ultrasound of the LSB of horses presented at national MM exhibitions in 2011, 2017 and 2018. The vast majority of animals presented signs of excessive adiposity (82%) and excessive deposition of adipose tissue in the crest region of the neck (89.74%), characteristics historically related to developmental diseases, insulin dysregulation and laminitis. The majority also presented thoracic hooves with long pincers, excessively dorsal load-bearing, podophalangeal axis broken backwards and drained heels. Several lesions were detected in the joint and in the LSB, with a marked prevalence of dilation of canaliculi (78%) and irregularities in the edges of the proximal sesamoids (72.2%), lesions in the branches (82.8%) and in the origin (44, 9%) of the suspensory ligament of the fetlock and dorsal osteophytes in the proximal phalanx (47.7%), consistent with sesamoiditis, proximal and branch desmitis and osteoarthritis, respectively. Comparing the variables, there was a correlation and association of increased adiposity with greater distance between the horny case and distal phalanx and greater intensity of the presence of osteophytes in the fetlock joint. MM horses with evident cervical adiposity had 1.4 times more prevalence ($P=0.008$) of distal phalanx sinking and 1.6 times more ($P=0.002$) of osteophytes in the fetlock. Similar relationships were found between hoof distortions consistent with the practice of leaving the gripper long and injuries to the LSB. MM horses with drained heels had a 1.6-fold greater prevalence of proximal desmitis ($P=0.001$) and those with a broken back podophalangeal axis had a 1.9-fold greater prevalence of severe desmitis of the medial branch of the suspensory fetlock ($P=0.005$). Between the years 2011 and 2017/2018, although there was no reduction in adiposity levels, there was a reduction in the measures of laminitis indicator variables and an improvement in some parameters of hoof conformation, indicating an improvement in trimming and shoeing. These findings support the hypothesis that obesity and inappropriate trimming and shoeing practices promote changes consistent with the development of endocrinopathic laminitis, distortions of the hoof horny and trauma to the joint and suspensory ligament of the fetlock, this set being lesions of high potential to prevent any type of athletic activity and significantly compromise health and well-being in high-performance MM horses.

Keywords: horse, hoof, fetlock, obese, x-ray.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Vista dorsal do casco, traçando uma linha axial cortando as estruturas ao meio. Adaptado de Back & Pille (2013). B) Vista lateral do casco, traçando uma linha axial cortando as estruturas ao meio, comparando o eixo podofalangeano correto com os eixos quebrados para trás e para frente. Adaptado de Back & Pille (2013). C) Vista solear do casco, traçando as linhas e marcando os pontos referentes ao mapeamento do casco:

- Uma linha (vermelha) foi traçada no meio da ranilha e através da sola até o centro da pinça do casco (linha vermelha). O pino 1 (rosa) foi colocado na linha central na parte mais larga do casco usando a linha branca como referência. Supõe-se que este seja o centro de rotação da AID (COR). O pino 2 (vermelho) foi localizado com paquímetro digital na linha central 10mm dorsal ao ponto mais largo. Supõe-se que este seja o centro da superfície articular da falange distal (COAS). O pino 3 (amarelo) foi colocado na ponta da ranilha e supõe-se que seja 9,525 mm palmar/plantar e vertical ao processo extensor (EP) (ponto amarelo), comumente referido como ponto de Duckett, ou centro de massa da falange distal
- Duas linhas paralelas de cada lado da linha central foram traçadas a partir do bulbo dos talões ao nível da intersecção do ponto mais alto e mais largo da ranilha, em frente à linha branca (linha marrom).
- Uma linha foi então traçada perpendicularmente à linha central a partir das duas linhas marrons onde essas linhas encontram a linha branca (linha verde). O pino 4 (verde) foi colocado onde a linha verde cruzou a linha central. Supõe-se que este ponto foi o ápice da falange distal (ADP).
- Os bulbos dos talões foram marcados no nível onde as partes mais altas e mais largas da parte palmar/plantar da ranilha se cruzaram para determinar o nível em que os calcanhares seriam aparados (linha azul). Sendo esta a parte mais caudal da superfície de apoio da parede do casco.
- Uma linha foi traçada no ponto mais largo da linha branca para marcar o ponto mais largo do casco (linha rosa).

Adaptado de Moon (2019).

42

Figura 2. Representação esquemática demonstrando o alinhamento entre as falanges e entre a parede dorsal do casco e os talões. Adaptado de O'Grady & Poupard (2003).

44

Figura 3. (A) Representação esquemática do equilíbrio lateromedial avaliado pela vista dorsal mostrando a circunferência da banda coronária com mesma altura em dois pontos opostos, mediais e laterais e perpendiculares ao eixo sagital do membro. Além disso, a figura mostra a formação de um triângulo retângulo ao traçar duas linhas do centro do MCIII em direção a superfície abaxial do casco. (B) Representação

esquemática do equilíbrio dorsopalmar/plantar avaliado pela vista lateral mostrando paralelismo entre os ângulos da parede do casco e do talão, o eixo entre as falanges (eixo podofalangeano). (C) Representação esquemática do equilíbrio da superfície distal do casco avaliado pela vista solear mostrando que a borda da parede do casco é simétrica em torno do centro (palmar ao ápice da rasilha). Ilustração esquemática da interpretação do casco ideal do professor William Russell em 1897. Fonte: Caldwell, 2017.

45

Figura 4. Diagrama demonstrando as dimensões de suporte. B representa a distância base e L representa a distância de carga. Fonte: Snow & Birdsall (1993).

47

Figura 5. Representação esquemática das medidas e proporções realizadas por Caldwell et al. (2015): BBL, comprimento no plano sagital entre os talões e pinça; COP, ponto palmar 9,5 mm ao ápice da rasilha; COR, ponto formado pela interseção dos talões e ponto oposto (linhas pontilhadas); DT-COR, comprimento no plano sagital da pinça ao COR; HB-BO, comprimento do bulbo do talão até o ponto de breakover (BO); HB-COP, comprimento a partir do bulbo do talão para COP; HB-COR, comprimento do bulbo do talão ao COR; HB-FRA, comprimento do bulbo do talão ao ápice da rasilha; HBUT – COP, comprimento no plano sagital a partir do bulbo do talão até um ponto 9,5 mm palmar ao ápice da rasilha; SL, comprimento sagital do bulbo do talão para a pinça do casco.

49

Figura 6. Feixe do raio x posicionado 1 a 2 cm acima do bloco de apoio dos cascos, centralizado no casco quanto ao sentido dorso palmar/plantar (A). Feixe de raio x centralizado aproximadamente 1 cm distal a banda coronária, também no centro entre os aspectos dorsal e palmar do casco (B). Fonte: Bras & Redden (2018).

51

Figura 7. Representação esquemática das medidas de casco, adaptada de Drumond et al. (2016). ANGPINÇA: ângulo da parede dorsal do casco; ANGPAL: ângulo palmar; ANG TAL: ângulo do talão; ANGAIP: ângulo da articulação interfalangeana proximal; ANGAID: ângulo da articulação interfalangeana distal; ANGPODFAL: ângulo do eixo podofalangeano; SUPPINÇA: suporte de pinça; PROFSOL: profundidade ou espessura de sola; PARF3 D: distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco, distal; PARF3 P: distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco, proximal; CORF3: distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal; COMPF2: comprimento da falange média; COMPTAL: comprimento do talão.

73

Figura 8. Percentual de animais distribuídos nas diferentes faixas etárias (12 a 36 meses, 37 a 72 meses e acima de 72 meses).	79
Figura 9. Percentual de animais distribuídos quanto ao escore de condição corporal (ECC) 4, 5, 6, 7, 8 e 9.	79
Figura 10. Média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade.	80
Figura 11. Peso, altura, escore de condição corporal (ECC), escore de crista de pescoço (EP), comprimento de pescoço, diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço de fêmeas, por faixa etária.	84
Figura 12. Peso, altura, escore de condição corporal (ECC), escore de crista de pescoço (EP), comprimento de pescoço, diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço de machos, por faixa etária.	87
Figura 13. Frequência relativa de osteófitos nas regiões dorsal, palmar e medial da falange proximal (F1) e nas regiões dorsal e medial do metacarpo/metatarso (MC).	134
Figura 14. Frequência relativa de osteófitos nas regiões dorsal, palmar e medial da falange proximal (F1) e nas regiões dorsal e medial do metacarpo/metatarso (MC).	135
Figura 15. Frequência relativa de fragmentos ósseos e osteólise na falange proximal (F1) e no metacarpo/metatarso (MC).	135
Figura 16. Frequência relativa de dilatação dos canalículos, esclerose e osteólise dos sesamoides medial e lateral.	136
Figura 17. Frequência relativa de lesões encontradas no exame ultrassonográfico (US) na origem, borda óssea e nos ramos medial e lateral do LSB e na região de inserção do ligamento nos sesamoides medial e lateral dos membros torácicos.	139
Figura 18. Gráfico de dispersão entre escore de condição corporal (ECC) e distância de afundamento da falange distal (P3 Descent); escore de pescoço (EP) e distância distal entre a superfície dorsal da falange distal e a parede dorsal do casco (Dist. HL Zone); escore de pescoço e ângulo palmar (Palmarangle).	153
Figura 19. Gráficos de razão de prevalência de afundamento da falange distal em equinos Mangalarga Marchador com sobrepeso (ECC >6) e sem sobrepeso (ECC ≤ 6) e em equinos com pescoço cristado (D25% ≥ 78 cm) e sem pescoço cristado (D25% < 78 cm).	154
Figura 20. Gráfico de dispersão entre diâmetro de pescoço a 25% do comprimento do pescoço e lesão ultrassonográfica (US) na origem do LSB (Origem do LSB), grau de osteófito na região dorsal da falange proximal (osteófito dorsal F1) e ângulo palmar	

(Palmarangle); entre idade (em meses) e grau de lesão US no sesamoide lateral (Sesamoide lateral).	155
Figura 21. Gráfico de dispersão entre diâmetro de pescoço a 50% do comprimento do pescoço e ângulo palmar (Palmarangle); diâmetro de pescoço a 75% do comprimento do pescoço e ângulo palmar (Palmarangle), profundidade de sola (P3 Dist Ground) e lesão US na origem do LSB.	156
Figura 22. Gráficos de razão de prevalência entre pescoço cristado ($D25\% \geq 78$ cm) e osteófitos na região dorsal da falange proximal.	157
Figura 23. Gráfico de dispersão entre ângulo de boleto e suporte de pinça (Toe support), ângulo palmar (Palmarangle) e eixo podofalangeano (Eixo casco quartela) e distância distal entre parede do casco e falange distal (Dist HL Zone) e distância de afundamento (P3 Descent).	158
Figura 24. Gráfico de dispersão entre ângulo da parede dorsal do casco (Hoof Angle) e breakover, suporte de pinça (Toe support), articulação interfalangeana distal (Coffin joint angle) e articulação interfalangeana proximal (Pastern joint angle).	159
Figura 25. Gráfico de dispersão entre ângulo da parede dorsal do casco (Hoof Angle) e ângulo palmar (Palmarangle), eixo podofalangeano (Eixo casco quartela) e grau de lesão US no ramo medial do LSB.	159
Figura 26. Gráfico de dispersão entre ângulo da AID (Coffin joint angle) e ângulo de boleto, distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) e grau de lesão US no ramo medial do LSB.	161
Figura 27. Gráfico de dispersão entre comprimento do falange média (Lenghtp2) e ângulo da AID (Coffin joint angle), breakover, profundidade de sola (P3 Dist ground) e eixo podofalangeano (Eixo casco quartela).	162
Figura 28. Gráfico de dispersão entre comprimento do falange média (Lenghtp2) e grau de lesão nos ramos medial e lateral do LSB.	162
Figura 29. Gráfico de dispersão entre breakover e profundidade de sola (P3 Dist ground), distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) e ângulo de rotação da falange distal (Cobbangle); e entre ângulo de rotação da	

falangedistal (Cobbangle) e distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone).	163
--	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Princípios, critérios e indicadores de bem-estar em equinos. Adaptado de AWIN (2015).	27
Tabela 2. Média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade, considerando a totalidade dos animais.	80
Tabela 3. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade das fêmeas e machos e o valor de P.	82
Tabela 4. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade das fêmeas entre 12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses de idade.	83
Tabela 5. Valor de P ao comparar as variáveis corporais e de adiposidade das fêmeas nas 3 diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses	83
Tabela 6. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade dos machos entre 12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses de idade.	85
Tabela 7. Valor de P ao comparar as variáveis corporais e de adiposidade dos machos nas 3 diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).	86
Tabela 8. Média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3), máximo (máx) e valor de P das mensurações dos cacos dos membros torácicos direito (MTD) e esquerdo (MTE) da totalidade dos animais.	98
Tabela 9. Média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações dos cascos do membro torácico direito (MTD) da totalidade dos animais (N=163).	99
Tabela 10. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3), máximo (máx) e valor de P das mensurações do casco do membro torácico direito de fêmeas e machos.	105

Tabela 11. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações do casco do membro torácico direito de fêmeas nas diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).	106
Tabela 12. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações do casco do membro torácico direito de machos nas diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).	107
Tabela 13. Valor de P ao comparar as mensurações dos cacos do MTD das fêmeas e machos quanto às diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).	108
Tabela 14. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações do casco do membro torácico direito (MTD) de acordo com o escore de condição corporal (ECC) (4 e 5, 6 e 7, 8 e 9).	111
Tabela 15. Valor de P ao comparar as mensurações dos cacos do MTD quanto ao ECC (4 e 5, 6 e 7, 8 e 9).	112
Tabela 16. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P das variáveis corporais e de adiposidade e das variáveis de casco do membro torácico direito (MTD) de fêmeas avaliadas nos anos de 2011 e 2017/2018.	121
Tabela 17. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P das variáveis corporais e de adiposidade e das variáveis de casco do membro torácico direito (MTD) de machos avaliados nos anos de 2011 e 2017/2018.	122
Tabela 18. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P dos graus de lesão radiográfica dos boletos dos membros torácicos (MT) e pélvicos (MP).	142
Tabela 19. Número de membros (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P do ângulo de boleto dos membros torácicos, dos graus de lesão radiográfica dos boletos dos quatro membros e dos graus de lesão US do LSB dos membros torácicos das fêmeas e machos.	144
Tabela 20. Número de membros (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P do ângulo	

de boleto dos membros torácicos, dos graus de lesão radiográfica dos boletos dos quatro membros e dos graus de lesão US do LSB dos membros torácicos com relação a faixa etária (12 a 35 meses, 36 a 72 meses e acima de 72 meses).

145

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Percentual
°	Graus
±	Mais ou menos
3D	Tridimensional
ABCCMM	Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador
AID	Articulação interfalangeana distal
AIP	Articulação interfalangeana proximal
ANGBOLETO	Ângulo de boleto
ANGAID	Ângulo da articulação interfalangeana distal
ANGAIP	Ângulo da articulação interfalangeana proximal
ANGPAL	Ângulo palmar
ANGPINÇA	Ângulo da parede dorsal do casco
ANGPODFAL	Ângulo do eixo podofalangeano
ANGROT	Ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco
ANGTAL	Ângulo do talão
AWIN	<i>Welfare Assessment Protocol for Horses</i>
BBL	Comprimento no plano sagital entre os talões e pinça
BEA	Bem-estar animal
BOO	Lesão US na borda óssea da origem do LSB
bpm	Batimentos por minuto
CANALICULOSL	Aumento dos canalículos do sesamóide lateral
CANALICULOSM	Aumento dos canalículos do sesamóide medial
CCR	Ritmo circadiano de cortisol
cm	Centímetros
COMF2	Comprimento da falange média
COP	Ponto palmar 9,5 mm ao ápice da ranilha
COR	Ponto formado pela interseção dos talões e ponto oposto
CORF3	Distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal
CP	Comprimento de pescoço
D25%	Diâmetro de pescoço a 25% do comprimento
D50%	Diâmetro de pescoço a 50% do comprimento
D75%	Diâmetro de pescoço a 75% do comprimento
DP	Dorsopalmar/plantar
DT-COR	Comprimento no plano sagital da pinça ao COR
EAL	Aumento do espaço articular lateral
EAM	Aumento do espaço articular medial
ECC	Escore de condição corporal
EP	Escore de pescoço
ESA	Escola de Sargentos das Armas
ESCLEROSEOLSB	Esclerose na região da origem do LSB

ESCLEROSESL	Esclerose no sesamóide lateral
ESCLEROSESM	Esclerose no sesamóide medial
EUA	Estados Unidos da América
F1	Falange proximal
FC	Frequência cardíaca
FRAGMENTOS	Presença de fragmentos
HB-BO	Comprimento do bulbo do talão até o ponto de breakover
HB-COP	Comprimento a partir do bulbo do talão para COP
HB-COR	Comprimento do bulbo do talão ao COR
HB-FRA	Comprimento do bulbo do talão ao ápice da ranilha
HBUT-COP	Comprimento no plano sagital a partir do bulbo do talão até um ponto 9,5 mm palmar ao ápice da ranilha
IRREF1	Irregularidades na falange proximal
IRREMC	Irregularidades no metacarpo
Kg	Kilograma
LISEF1	Osteólise na falange proximal
LISELSB	Osteólise na região de origem do LSB
LISEMC	Osteólise no metacarpo
LM	Lateromedial
LSB	Ligamento suspensor do boleto
m ²	Metros quadrados
Mm	Milímetros
MCIII	Terceiro metacarpiano
MCF	Metacarpofalangeana
MG	Minas Gerais
MHtz	Megahertz
Min	Minutos
MM	Mangalarga Marchador
MP	Membro pélvico
MRI	Ressonância magnética
MT	Membro torácico
MTD	Membro torácico direito
MTE	Membro torácico esquerdo
OA	Osteoartrite
ODORSALF1	Osteófito na região dorsal da falange proximal
ODORSALMC	Osteófito na região dorsal do metacarpo
OIE	Organização mundial para saúde animal
OLSB	Lesão US na origem do LSB
OMEDIALF1	Osteófito na região medial da falange proximal
OMEDIALMC	Osteófito na região medial do metacarpo
OMS	Organização Mundial De Saúde
OPALMARF1	Osteófito na região palmar da falange proximal
PARF3 D	Distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco distal
PARF3 P	Distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco proximal
PROFSOL	Profundidade ou espessura de sola
RI	Resistência a insulina
RLSBLAT	Lesão US no ramo lateral do LSB
RLSBMED	Lesão US no ramo medial do LSB
SESALAT	Lesão US no sesamóide lateral
SESAMED	Lesão US no sesamóide medial

SL	Comprimento sagital do bulbo do talão para a pinça do casco
SME	Síndrome metabólica equina
SUPPINÇA	Suporte de pinça
TC	Tomografia computadorizada
TEDC	Tendão extensor digital comum
TFDP	Tendão flexor digital profundo
US	Ultrassonográfica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
HIPÓTESE	22
OBJETIVOS	22
CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA	23
1. BEM-ESTAR EM CAVALOS ATLETAS	23
1.1. Conceitos básicos	23
1.2 Bem-estar em equinos atletas	31
1.3. Considerações finais	38
2. NOÇÕES BÁSICAS SOBRE CONFORMAÇÃO E RADIOLOGIA DO CASCO EQUINO	39
2.1. Estrutura e conformação	39
2.2 Avaliação radiográfica	50
2.3. Considerações finais	60
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DOS EQUINOS E ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS	71
CAPÍTULO III - ANÁLISE DESCRITIVA E COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS CORPORAIS E DE ADIPOSIDADE EM EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR DE ALTO DESEMPENHO	77
1. INTRODUÇÃO	77
2. MATERIAL E MÉTODOS	77
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
4. CONCLUSÃO	90
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
CAPÍTULO IV - ANÁLISE DESCRITIVA E COMPARATIVA DAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS DOS CASCOS DOS MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR PARTICIPANTES DA EXPOSIÇÃO NACIONAL DA RAÇA	93
1. INTRODUÇÃO	93
2. MATERIAL E MÉTODOS	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
4. CONCLUSÃO	113
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
CAPÍTULO V - ANÁLISE COMPARATIVA DA EVOLUÇÃO DAS MEDIDAS CORPORAIS E RADIOGRÁFICAS DO CASCO EM EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR PARTICIPANTES DA EXPOSIÇÃO NACIONAL DA RAÇA ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2017/2018	118
1. INTRODUÇÃO	118
2. MATERIAL E MÉTODOS	119
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	120
4. CONCLUSÃO	126

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
CAPÍTULO VI - ANÁLISE DESCRITIVA E COMPARATIVA DOS GRAUS DE LESÃO DOS BOLETOS E DO LIGAMENTO SUSPENSOR DO BOLETO DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR PARTICIPANTES DA EXPOSIÇÃO NACIONAL DA RAÇA	130
1. INTRODUÇÃO	130
2. MATERIAL E MÉTODOS	131
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	134
4. CONCLUSÃO	147
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	148
CAPÍTULO VII - CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR ENTRE MEDIDAS CORPORAIS, MORFOMETRIA DE CASCO E PARÂMETROS DE LESÕES NA ARTICULAÇÃO E LIGAMENTO SUSPENSOR DO BOLETO DOS MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR DE ALTO DESEMPENHO	152
1. INTRODUÇÃO	152
2. MATERIAL E MÉTODOS	152
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	153
4. CONCLUSÃO	168
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169

INTRODUÇÃO GERAL

À semelhança do observado em outras associações, os criadores do cavalo Mangalarga Marchador vêm, ao longo de décadas, sendo cada vez mais estimulados a participar de exposições que, além de fomentar a expansão da raça, promovem competições visando premiar os seus melhores exemplares. Tal atividade se tornou essencial para valorização dos animais e, obviamente, para garantir a manutenção da equideocultura, que hoje é um dos mais relevantes segmentos do agronegócio nacional.

Contudo, a busca constante por espécimes livres de imperfeições estéticas e altamente competitivos do ponto de vista atlético, tem colocado em risco a saúde e o bem-estar dos equinos da raça. Dentre os principais fatores envolvidos neste risco, destacam-se a nutrição desbalanceada e excessiva, o confinamento, o envio precoce de animais para exposição, o treinamento intenso e indevido e o manejo inadequado dos cascos (Amaral et.al., 2017).

Há muito tempo já se sabe que a nutrição desbalanceada prejudica profundamente o desenvolvimento dos equinos, promovendo doenças musculoesqueléticas de desenvolvimento. Além disto, o excesso de alimentos promove obesidade que predispõe a vários problemas clínico-metabólicos por gerar um estado inflamatório crônico, que pode afetar todo o corpo do animal, como músculos, articulações, cascos, testículos, útero, fígado e pâncreas (Frank 2009).

Nas exposições da raça, os animais participam de concursos de andamento e de morfologia e, sendo submetidos previamente a treinamento em redondel por períodos variáveis de tempo, o que pode predispor a desenvolvimento de alterações osteoarticulares (Garcia et.al., 2009).

Além do mais, o exercício associado ao sobrepeso pode gerar um maior risco de desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas, principalmente em animais jovens, devido a incompleta maturação óssea e menor resistências às forças de compressão (Amaral et.al., 2017). Com um aumento do número e qualidade dos animais marchadores, observa-se um conseqüente aumento no nível de exigência atlética, associado ao fato de que se busca a máxima expressão do desempenho entre os 3 e 4

anos de idade, quando o animal ainda não atingiu seu completo desenvolvimento estrutural. Adicionalmente, o treinamento e o manejo de cascos do MM são pouco especializados e focados em crenças populares e estratégias inexistentes em outras modalidades equestres. Desta forma, problemas básicos de manejo adicionados à grande exigência física das prolongadas competições da raça resultam em alta ocorrência de afecções do sistema locomotor.

Adicionalmente observam práticas inadequadas, e sem qualquer tipo de comprovação científica no casqueamento dos equinos de exposição. Já é de longa prática, que os cascos de muitos equinos MM são aparados para manter a pinça longa, com o intuito de destacar o gesto da marcha e promover maior conforto ao cavaleiro. Essa conduta traz distorções para o estojo córneo, fazendo que os talões fiquem escorridos e o eixo podofalangeano quebrado para trás, aumentando o estresse sobre as estruturas do aparato suspensor do boleto. Em um estudo avaliando 20 animais MM, 100% deles tinham eixo podofalangeano quebrado para trás (Drumond et al, 2016). Além disso, cavalos com talões escorridos tendem a aumentar a compressão do osso navicular associado ao aumento da força de tensão no tendão flexor digital profundo (TFDP), predispondo à síndrome do navicular (Turner, 1989).

Vários trabalhos vêm demonstrando a alta prevalência de talões escorridos em cavalos puro sangue de corrida (Wright, 1993; Kane et al., 1998; Balch et al., 2001) e sua associação com falhas no aparato suspensor. Um estudo avaliando 90 cavalos de corrida encontrou uma prevalência de talões escorridos de 97,2% (Balch et al., 2001). Em outro estudo com 95 cavalos puro sangue de corrida, os animais com talões escorridos foram 6,75 vezes mais propensos a desenvolver falha no aparato suspensor (Kane et al., 1998). Plevin et al. (2016) encontraram uma correlação significativa entre sesamoidite e lesão do ramo do ligamento suspensor do boleto em cavalos puro sangue jovens.

Poucos estudos foram conduzidos sobre as lesões ortopédicas que afetam o cavalo MM, porém relatos de veterinários clínicos apresentam evidências que processos degenerativos como a síndrome do navicular e a osteoartrite (OA) sejam prevalentes nessa raça (Barcelos et al., 2016). A articulação metacarpofalangeana é particularmente susceptível à osteoartrite e lesões traumáticas, pois sendo uma articulação condilar de alto movimento, altas forças biomecânicas durante o exercício são geradas. A

degeneração da articulação do boleto é a principal origem da claudicação em cavalos de corrida chegando a 33% dos cavalos em treinamento apresentam algum sinal de OA (Cruz, et al. 2008 e Neundorf, 2010).

Diante do evidente risco para a saúde e o bem-estar e no sentido de verificar possíveis evidências científicas sobre ocorrência de lesões em equinos de raças nacionais associadas a equívocos de nutrição e manejo, o Grupo de Pesquisa Equinova vêm realizando pequenos estudos que demonstram alterações no dígito de populações de equinos comuns de diferentes raças e categorias: equinos de patrulhamento, equinos MM, Crioulos e Campolinas (Paz et al., 2013; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2014; Magalhães et al., 2017). Também já foi encontrada alta taxa de osteoartrite da articulação do tarso em 50 equinos MM campeões de marcha picada na 33° Nacional do Mangalarga Marchador em 2014 (Barcelos, et al., 2016).

Para o presente estudo, o principal intuito foi trabalhar com um maior número de equinos Mangalarga Marchador de alto desempenho, ou seja, aqueles treinados e selecionados por suas qualidades morfológicas e atléticas para serem apresentados na principal exposição nacional da raça. Para tanto, foram colhidas informações sobre as características corporais, adiposidade, morfometria radiológica do casco e avaliação radiográfica da articulação metacarpofalangeana (boleto) e ultrasonográfica do ligamento suspensor do boleto de equinos classificados para serem apresentados nas exposições nacionais do Mangalarga Marchador nos anos de 2011, 2017 e 2018. Esta iniciativa proporcionou a criação de um banco de dados a ser utilizado no presente estudo retrospectivo.

HIPÓTESE

Equinos Mangalarga Marchador de alto desempenho apresentam graus variados de alteração do posicionamento da falange distal e de lesões da articulação e do ligamento suspensor do boleto que se associam e se correlacionam com características corporais, graus de adiposidade e variáveis morfométricas do casco.

OBJETIVOS

Fazer uma análise descritiva e comparativa das características corporais e de adiposidade, como sexo, faixa etária, peso, escore de condição corporal (ECC), escore de pescoço (EP), comprimento de pescoço (CP) e diâmetro de pescoço a 25% (D25%), 50% (D50%) e 75% (D75%) do comprimento, em equinos da raça mangalarga marchador (MM) que participaram da exposição nacional da raça, ou seja, equinos atletas de alto rendimento.

Fazer a análise descritiva das medidas radiográficas dos cascos dos membros torácicos e fazer uma avaliação comparativa, verificando um possível efeito de sexo, faixa etária e ECC sobre as variáveis estudadas.

Fazer uma avaliação descritiva e comparativa da evolução das medidas corporais e do casco do membro torácico direito de equinos MM de alto rendimento avaliados durante a exposição nacional da raça nos anos de 2011, 2017 e 2018.

Fazer uma análise descritiva e comparativa dos graus de lesão do boleto, avaliados por meio de exame radiográfico e dos graus de lesão no ligamento suspensor do boleto (LSB), avaliados por meio de exame ultrassonográfico.

Fazer a correlação e a análise de regressão linear quanto a associação entre medidas corporais, morfometria de casco e lesões no boleto e no LSB dos membros torácicos de equinos MM participantes da exposição nacional da raça.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. BEM-ESTAR EM CAVALOS ATLETAS

O bem-estar animal (BEA) é um assunto que há alguns anos vem tomando uma proporção muito grande perante a sociedade e profissionais da área. Consumidores começaram a exigir e consumir produtos de origem animal certificados quanto a garantia de produção visando bem-estar animal. Supermercados, no mundo desenvolvido, estão cada vez mais competindo pelos costumes com base no fato de que seus alimentos de origem animal são de “alto bem-estar” ou de procedência local, onde o bem-estar pode, em teoria, ser assegurado (Webster, 2013). Pessoas questionam o uso e o bem-estar de animais para pesquisa, trabalho, lazer e esporte. Esses questionamentos levantaram a necessidade de atuação e pesquisa por parte dos profissionais da área para utilizar métodos científicos mais eficientes para determinar o bem-estar animal nas diversas formas de utilização dos mesmos.

O uso de equinos para várias modalidades de esporte é difundido em todo o mundo e tem uma grande importância social e econômica nas diferentes regiões do Brasil. Porém, frequentemente é alvo de indagações quanto ao bem-estar desses animais atletas, tanto pelo público e mídia, quanto pelos profissionais. Portanto, é importante compreender quais são os parâmetros associados ao bem-estar de cavalos atletas e como isso vem sendo aplicado.

1.1. Conceitos básicos

O bem-estar animal é um assunto atual e mundial, levantando diversos questionamentos sociais e técnicos a respeito da produção animal, mas, também, do uso de animais para trabalho, esporte e lazer. Muitas vezes utiliza-se evidências pouco científicas, emocionais para determinar o bem-estar. Contudo, cada vez mais a ciência vem desenvolvendo e tem buscado usar métodos científicos mais eficientes para avaliação do bem-estar animal (Gontijo et. al., 2014; Gontijo et. al., 2018).

Os padrões para determinar o bem-estar são estabelecidos por pessoas, não pelos animais, e esses padrões variam entre e dentro das nações de acordo como as pessoas se sentem, não eles. A pressão por padrões mais elevados em muitas nações desenvolvidas e em desenvolvimento vem do povo. Isso é tudo para o bem. No entanto,

as pessoas que exercem a pressão tendem a ser aquelas que se preocupam muito com os animais, mas muitas vezes têm pouca ou nenhuma experiência em cuidar deles. O papel do cientista do bem-estar animal não é apenas buscar a verdade, mas também orientar a opinião pública para soluções que favoreçam os próprios animais (Webster, 2013).

Vários autores e entidades vêm, ao longo de muitos anos, determinando diferentes conceitos e diretrizes para o bem-estar animal (Brambell, 1965; Broom, 1986; Main, 2009; Welfare Quality, 2009; OIE, 2012; Webster, 2013). De acordo com Broom (1986), o bem-estar é o estado do organismo durante suas tentativas de se ajustar ao seu ambiente. Para Webster (2013), o bem-estar é a percepção do animal de seu próprio estado físico e emocional. Durante os 30 anos desde que o bem-estar animal emergiu como uma área legítima de estudo científico, não surgiu uma definição universalmente endossada. Expresso em termos gerais, diferentes definições enfatizaram o enfrentamento de desafios de ambientes naturais e não naturais, condicionamento físico e saúde, satisfação das necessidades e desejos biológicos e reconhecimento do significado das experiências sensoriais subjetivas ou experiências emocionais, sentimentos ou estados afetivos (Mellor, 2016).

Brambell (1965) afirma que cada animal de produção, independente da espécie ou maneira de produzir, deveria ter liberdade para levantar-se, deitar-se, virar-se, esticar os membros, realizar cuidados corporais. Além disso, o comitê diz que todos os animais de produção pertencem a espécies que tem um padrão de comportamento social bastante organizado, como família, bando ou rebanho, isso gera a necessidade de os animais terem companheiros.

Em 1967, o Conselho de Bem-Estar de Animais de Produção (*Farm Animal Welfare Council - FAWAC*), Inglaterra, estabeleceu um conjunto de “estados” ideais chamados de as “cinco liberdades” dos animais. Assim, todo animal de produção deve estar: livre de fome e sede; livre de desconforto; livre de dor, lesões e doenças; livre para expressar seu comportamento normal; livre de medo e estresse. Desde então, estes princípios estão bem reconhecidos como altamente influente na área do bem-estar animal. No entanto, um aumento acentuado na pesquisa científica ao longo das últimas duas

décadas mostra agora que as Cinco Liberdades não capturam, nem as especificidades ou a generalidade de sua expressão, a amplitude e a profundidade do conhecimento atual dos processos biológicos que são relevantes para a compreensão do bem-estar animal e para orientar sua gestão (Mellor, 2016).

Já em 1994, Webster formulou uma lista de verificação para avaliar os pontos fortes e fracos dos sistemas de criação, a partir das 5 liberdades, estendendo o foco além do espaço que deve ser disponibilizado aos animais, conforme enfatizado pelo Comitê Brambell. Era chamada de “as cinco disposições” (Brambell, 1965; Webster, 1994). As disposições sobre as liberdades eram: 1. Livre de sede, fome e desnutrição: ao fornecer acesso imediato a água fresca e uma dieta para manter plena saúde e vigor. 2. Livre de desconforto e exposição: proporcionando um ambiente apropriado, incluindo abrigo e uma área de descanso confortável. 3. Livre de dor, lesão e doença: por prevenção ou diagnóstico e tratamento rápidos. 4. Livre de medo e angústia: ao garantir condições e tratamento que evitem sofrimento mental. 5. Liberdade para expressar comportamento normal: ao fornecer espaço suficiente, instalações adequadas e companhia dos próprios parentes do animal.

As cinco liberdades alinhadas às cinco disposições foram, por muitos anos, aceitas pelos setores agropecuários e utilizadas como referência para as ONGs de bem-estar animal. Em 2012 a Farm Animal Welfare Council (FAWC) declarou que, juntas, formam uma estrutura lógica e abrangente para a análise do bem-estar (Mellor, 2016).

Ainda em 1994, Mellor & Reid desenvolveram o “Modelo dos Cinco Domínios”, para avaliar o comprometimento do bem-estar animal, inicialmente aplicado a animais usados em pesquisa, ensino e testes. Porém, tem sido atualizado regularmente para incorporar desenvolvimentos no pensamento de bem-estar animal, por exemplo, pela inclusão de efeitos negativos adicionais, dar maior definição ao termo genérico “sofrimento” e aplicar o Modelo aos animais usados para além de pesquisa, ensino e testes, mas, também, para a gestão da fazenda, companhia, esportes, serviço, animais de tração e selvagens (Mellor & Reid, 1994; Mellor, 2016). O “Modelo dos Cinco Domínios” estão divididos em domínios físicos/funcionais e domínios afetivos. Consiste, resumidamente, em experiências e situações negativas ou positivas envolvendo

nutrição, ambiente, saúde e comportamento (domínios físicos/funcionais); e status mental (domínio afetivo) (Mellor, 2016).

Em 2009 propostas paneuropeias de avaliação da Qualidade do Bem-Estar (*Welfare Quality*) para várias espécies de animais de produção foram determinadas. Os princípios e critérios utilizados pela *Welfare Quality* são: boa alimentação (ausência de fome e sede prolongadas), bom ambiente (conforto para descansar, conforto térmico e livre para movimentar), boa saúde (ausência de lesões, doença e dor) e comportamento apropriado (expressar comportamento social, outros comportamentos e boa relação homem-animal e estado emocional positivo) (Welfare Quality, 2009a, 2009b, 2009c).

Alguns anos depois, o conceito de Qualidade de Vida destaca que os animais têm experiências positivas e negativas e que o equilíbrio se concentra entre os dois. Apesar das dificuldades significativas em fazer avaliações precisas da qualidade de vida, os estados preferidos são reconhecidos como aqueles no qual, em geral, as experiências positivas predominariam. A partir daí, surgiu uma escala de avaliação da qualidade de vida, na qual as diferentes categorias são definidas em termos de balanço de experiências positivas e negativas que os animais podem ter: uma boa vida = equilíbrio de experiências positivas e negativas é fortemente positivo. Alcançado pela total conformidade com as melhores práticas, bem acima dos requisitos mínimos de códigos de prática ou bem-estar; uma vida que vale a pena ser vivida = o equilíbrio de experiências positivas e negativas é favorável, mas menos. Alcançado pela plena conformidade com os requisitos mínimos do código de prática ou bem-estar que incluem elementos que promovem algumas experiências; ponto de equilíbrio = o ponto neutro onde experiências positivas e negativas são igualmente equilibradas; uma vida que vale a pena evitar = o equilíbrio de experiências positivas e negativas é desfavorável, mas pode ser remediado rapidamente pelo tratamento veterinário ou uma mudança nas práticas de criação; uma vida que não vale a pena ser vivida = o equilíbrio de experiências positivas e negativas é fortemente negativo e não pode ser remediado rapidamente, sendo que a eutanásia é a única alternativa humana (Green & Mellor, 2011).

A OIE, em 2012, adotou dez “Princípios Gerais para o Bem-Estar de Animais em Sistemas de Produção Pecuária” para orientar o desenvolvimento de padrões de bem-estar para

animais de fazenda (OIE, 2012). Esses princípios levam em conta o impacto da genética sobre o bem-estar animal, o ambiente físico, a ração e a água, o controle de doenças, dor e parasitismo, comportamento social e manejo.

Em 2015, o projeto Europeu *Animal Welfare Indicators* (awin), criou o protocolo AWIN de avaliação do bem-estar de equinos (*AWIN Welfare Assessment Protocol for Horses*), tendo como base os princípios e critérios do *Welfare Quality* (Tab.1) (AWIN, 2015).

Tabela 1. Princípios, critérios e indicadores de bem-estar em equinos. Adaptado de AWIN (2015).

Princípios de bem-estar	Critérios	Indicadores
Boa alimentação	Nutrição apropriada	Escore de condição corporal
	Ausência de sede prolongada	Disponibilidade de água Teste da sede
Bom ambiente	Conforto para descansar	Cama
		Dimensões da baia
	Conforto térmico	Não considerado para cavalos estabulados sozinhos
	Livre para movimentar	Exercícios
Boa saúde	Ausência de injúrias	Alterações tegumentares
		Aumento de volume articular
		Claudicação
		Prolapso
	Ausência de doenças	Condição do pelo
		Descargas
		Consistências das fezes
		Respiração anormal
	Ausência de dor e dor induzida por manejo	Tosse
		Escala de dor (<i>Horse Grimace Scale</i>)
	Sinais de negligência com o casco	

		Lesões na rima labial
Comportamento apropriado	Expressão de comportamento social	Interação social
	Expressão de outros comportamentos	Estereotipias
		Teste de medo
	Boa relação homem-animal	Teste de relação homem-animal
	Estado emocional positivo	Avaliação qualitativa de comportamento

O conceito de bem-estar é complexo, requer um entendimento avaliativo e científico, o que torna difícil uma única teoria ser capaz de fornecer informações suficientes para todas as suas partes. O conceito das três orientações leva em consideração a função biológica, vida natural e estado afetivo. A perspectiva da função biológica concentra-se na saúde física, taxa de crescimento e reprodução, ou seja, no bem-estar físico do animal. Possui foco no estresse e nas respostas fisiológicas a ele. Saúde física e condicionamento físico geram grandes impactos no bem-estar, um animal doente ou ferido tem um comprometimento do bem-estar. Porém, o funcionamento físico sozinho não é suficiente para determinar o bem-estar (Green & Mellor, 2011; Veit & Browning, 2021).

A perspectiva de vida natural está relacionada com a possibilidade e importância para os animais de expressar seus comportamentos naturais. Está alinhado à ética dos direitos dos animais. Porém, novamente, não deve ser utilizada exclusivamente para determinação do bem-estar, uma vez que essa perspectiva apresenta limitações, como por exemplo, um animal de vida livre pode sofrer com predação e doenças (Green & Mellor, 2011; Veit & Browning, 2021). Na natureza, dificilmente se identificam ambientes, ou dias, na vida dos seres vivos em que não tenha havido algum tipo ou grau de estresse (Schmidek, 2018). A vida natural, então, pode ser usada como um bom guia

para condições e comportamentos que podem beneficiar o bem-estar, mas, também, não deve ser avaliada isoladamente (Green & Mellor, 2011; Veit & Browning, 2021).

Manter animais sociais com outros, em ambientes espaçosos, ricos em estímulos e seguros oferece a eles oportunidades de se envolver em comportamentos que podem achar recompensadores. Esses comportamentos incluem, mas não estão limitados a atividades de exploração e aquisição de alimentos focadas no meio ambiente (forrageamento ou caça), atividades interativas de animal para animal de vínculo e afirmação de vínculo, materno, paterno ou grupos, cuidado com jovens, comportamento lúdico e atividade sexual. Ambientes estimulantes geram oportunidades para o animal desenvolver comportamentos recompensadores, permitindo que os animais experimentem várias sensações de conforto, prazer, interesse, confiança. Compreender isso aumenta a chance de proporcionar ambientes com maiores chances de enriquecer o bem-estar dos animais (Mellor, 2015a).

Já a perspectiva do estado afetivo é baseada em sentimentos, nos estados mentais, afetivos do animal. São as experiências vividas pelo animal. Boas experiências, como conforto e curiosidade, aumentam o bem-estar, enquanto sentimentos negativos, como fome e dor, diminuem o bem-estar. Contudo, também não deve ser avaliado isoladamente, pois um animal pode nunca experimentar sentimentos ruins e viver alegre comendo chocolate, mas isso resultará em comprometimento da saúde e levará a um bem-estar pobre (Green & Mellor, 2011; Veit & Browning, 2021).

Além disso, experiências e sentimentos negativos são componentes essenciais de mecanismos comportamentais projetados para garantir a sobrevivência dos animais. Cada uma dessas experiências cria um senso de urgência para se engajar em comportamentos que são específicos. Por exemplo, a falta de ar provoca aumento da atividade respiratória, a sede provoca busca e consumo de água, a fome leva a busca por alimentos e respostas de fuga ou evitar a dor minimiza lesões. Além disso, quanto maior a intensidade do sentimento negativo, maior é a sensação de urgência para se engajar no comportamento alinhado, e vice-versa, para que uma vez que o comportamento atinja o resultado físico/funcional necessário, a intensidade daquela

sensação negativa diminuir (Denton et al., 2009). Os animais são, portanto, geneticamente pré-programados para experimentar esses afetos negativos e sem eles não poderiam sobreviver. Essas observações fornecem uma compreensão mais sutil dos mecanismos envolvidos e mostra de forma mais coerente por que eliminar esses fatores negativos críticos para a sobrevivência não é possível. Animais sob controle humano, portanto, precisam ser manejados de forma prática, maneiras que evitam extremos de tais experiências, mantendo sua intensidade dentro de limites toleráveis que, no entanto, ainda motivam os comportamentos essenciais de sustentação da vida (Mellor et al., 2015).

O comportamento está intimamente relacionado ao estresse, uma vez que causa uma resposta neuroendócrina e os hormônios afetam o comportamento (Gontijo et. al., 2018). O cortisol é um hormônio associado à resposta ao estresse, portanto, níveis elevados podem indicar presença de estresse e possível redução correspondente no bem-estar (Veit & Browning, 2021). Assim, em equinos, recomenda-se avaliação do cortisol associada à avaliação de parâmetros fisiológicos e comportamentais (Hausberger et. al. 2008; Gontijo et. al., 2018).

A avaliação do bem-estar pode ser realizada de diversas maneiras, procurando encontrar comprometimento do bem-estar ou o aprimoramento. Ao avaliar o bem-estar com o ponto de referência sendo o comprometimento, busca-se o que é desagradável, o que afeta os animais, causa sofrimento. O objetivo principal é facilitar as práticas de gestão, de manejo, destinadas a minimizar essas experiências. A maioria dos índices de comprometimento incluem aspectos comportamentais, anatômicos, fisiológicos, patológicos e parâmetros de diagnóstico clínico. Normalmente, portanto, esses índices não são informativos sobre os prováveis constituintes afetivos de estados de bem-estar positivos (Mellor, 2015b; Mellor, 2016).

Ao avaliar o bem-estar com base na melhoria, no aprimoramento, o foco está no “engajamento afetivo positivo” e não na ausência de sofrimento, uma vez que a ausência de sofrimento não proporciona necessariamente bons estados de bem-estar. Os índices mais informativos de animais com boas experiências são comportamentais e podem ser identificadas quando os animais utilizam oportunidades de se envolver em

atividades que consideram gratificantes, como forrageamento ou caça (busca por alimento), interação com outros animais, vínculo afetivo, atividade sexual (Mellor, 2015c; Mellor, 2016).

1.2 Bem-estar em equinos atletas

O esporte competitivo é importante para a sociedade (McNamee, 2014). O esporte equino, especificamente, é importante em termos de prazer do espectador, benefícios para a saúde mental e física humana (British Horse Society, 2010) e impacto econômico (World Horse Welfare, 2015). No entanto, o esporte equino expõe os animais a possíveis danos físicos e psicológicos. Um grande número de animais está envolvido em diferentes modalidades de esportes (Campbell, 2016).

Está crescendo o desconforto sobre o bem-estar comprometido em atletas equinos, não apenas do público e da mídia, mas também de dentro do setor equino (Campbell, 2016). No entanto, várias ferramentas científicas foram desenvolvidas para apoiar avaliações do bem-estar válidas e confiáveis, incluindo o protocolo de avaliação de bem-estar *Animal Welfare Indicators Network* (AWIN) para cavalos (Furtado et al., 2021). Contudo, diversas avaliações clínicas, físicas, comportamentais e laboratoriais vêm sendo utilizadas para avaliação do bem-estar em equinos, como estado geral, feridas, parâmetros fisiológicos, estereotípias, cortisol, histórico de doenças (Gontijo et. al., 2014).

Avaliação do temperamento

A avaliação do temperamento dos equinos é frequentemente realizada por meio de questionários com proprietários, tratadores e adestradores. O temperamento, a personalidade dos equinos, são influenciados por fatores genéticos e por experiências sofridas ao longo da vida. Apesar desse tipo de avaliação possuir limitações, estudos anteriores sugerem existir relação entre temperamento e níveis de cortisol (Suwała et. al., 2016; Gontijo et. al., 2018). Leal (2007) mostrou correlação positiva entre os temperamentos assustado e nervoso e altas taxas de cortisol sanguíneo em animais de policiamento de Belo Horizonte. Ellis et. al. (2014) relataram maiores taxas de cortisol salivar matinal em cavalos classificados pelos cavaleiros como excitados comparados aos classificados como calmos.

Avaliação comportamental

As avaliações comportamentais podem ser usadas como medida de vida natural (Veit & Browning, 2021). Os equinos são animais sociais, assim, a interação e o comportamento social com outros equinos são importantes para a manutenção do bem-estar. Alguns animais permanecem em baias que impedem em menor ou maior grau a interação social entre os equinos, sendo necessário avaliar qual o nível de interação que ele consegue ter. Além disso, interações e suas relações com humanos também são muito importantes e relevantes para o bem-estar do cavalo e a segurança das pessoas com ele lidam. Testes de relação homem-animal podem ser feitos para qualificar essa interação (AWIN, 2015). Tem sido argumentado que as pessoas que cuidam de animais podem ter mais influência no status de bem-estar de um animal. Isso porque eles devem ser capazes de antecipar problemas, identificar quando os problemas ocorreram, aplicar remédios e, também, ser capaz de identificar, manter e/ou promover o bem-estar. Claramente, o conhecimento, as atitudes, as habilidades, o treinamento e a familiaridade da pessoa com os animais são importantes, mas existem questões mais amplas, como motivação e satisfação no trabalho, condições de trabalho, ações dos colegas de trabalho e políticas e regras organizacionais. É importante ressaltar que o treinamento cognitivo-comportamental direcionado pode melhorar atitudes e comportamentos em relação aos animais, com consequentes melhorias no manejo animal, bem-estar e, no caso da pecuária, produtividade (Coleman & Hemsworth, 2014).

Outras avaliações de comportamento podem ser feitas por meio de etogramas ou presença e ausência de comportamentos anormais. Pelo etograma é possível identificar quanto tempo um animal gasta realizando diferentes comportamentos. Assim, pode-se comparar com seus parentes selvagens e verificar se coincide com seu estado “natural”. Presença de comportamentos anormais, como estereotípias (andar de um lado para o outro, balançar) são sinais de tédio, frustração (Veit & Browning, 2021).

Em uma pesquisa realizada por McGreevy et al. (1995), com mais de mil equinos estabulados, praticantes de adestramento, circuito completo de equitação e enduro, encontraram taxas de estereotípias entre 19,5 e 32,5%. Estudos recentes mostram que esses valores ainda permanecem elevados na atualidade. Pesquisas realizadas pelo grupo de pesquisa EQUINOVA da UFMG demonstraram que a prevalência de

comportamentos anormais foi de 43% nos equinos estabulados na cavalaria da Polícia Militar de Minas Gerais (Leal, 2007), 26,7% nos equinos de policiamento em Curitiba (Gontijo et al., 2014), 36,7% nos equinos estabulados no Jockey Club do Paraná (Gontijo et al., 2018) e 85,7% nos equinos estabulados na Escola de Sargentos das Armas (ESA) em Minas Gerais (Correa et. al., 2020). Em animais que tinham como fonte de volumoso o capim picado, a prevalência de comportamentos anormais chegou a 80% (Pagliosa et al., 2008). Outros pesquisadores também têm sugerido que o manejo alimentar atualmente adotado em equinos confinados comprometem o bem-estar (Dittrich, et al., 2010; Marques et al., 2017).

Correa et. al. (2020) avaliaram sete equinos hípidos da Escola de Sargentos das Armas (ESA)/MG quanto ao etograma antes e durante o uso de um dispositivo de alimentação lenta, a bolsa de feno. Avaliou-se o tempo de consumo alimentar, atividade motora, frequência cardíaca, ritmo circadiano de cortisol (CCR) e estereotipias. Com o uso da bolsa de feno os animais aumentaram o tempo de consumo de feno de alfafa em 87% e o feno de tifton em 27%. No período basal, 85,7% dos animais apresentavam estereotipias como coprofagia e dança do urso. No final do estudo, a coprofagia parou em três dos quatro cavalos e o tempo médio (\pm DP) gasto realizando comportamentos anormais diminuiu de 130,6 (\pm 168,8) para 86 (\pm 140) min ($P = 0,02$). A variação média da CCR aumentou de 26% (\pm 24) para 58% (\pm 9) ($P = 0,006$). Assim, os autores concluíram que a adoção de uma bolsa de alimentação lenta, um dispositivo disponível e de baixo custo, foi eficaz para melhorar o bem-estar dos cavalos estabulados.

Avaliação física

De acordo com o protocolo AWIN (2015) deve-se avaliar o escore de condição corporal (ECC), alterações no tegumento do animal, presença de aumento de volume nas articulações, claudicação, presença de prolapso, condição dos pelos, presença de secreção nos orifícios, consistência das fezes, lesões na rima labial, avaliar sinais de dor, alterações no estojo córneo.

O ECC avalia a deposição de gordura no corpo do animal. O ECC pode ser afetado por vários fatores como quantidade e qualidade do alimento, atividade reprodutivas,

atividades esportivas, trabalho, parasitas, problemas dentários, doenças, clima (AWIN, 2015).

Ao inspecionar o animal, pode-se encontrar alterações no tegumento, como regiões de alopecia, escaras, feridas, edema podendo indicar que o animal está sofrendo com traumas, equipamentos inadequados, tipo ou quantidade de trabalho inadequados, brigas com outros equinos ou doenças. Uma boa condição da pele e do pelo indicam tanto boa saúde tegumentar e do pelo, mas, também, boa saúde geral. Presença de descargas em orifícios naturais como, orelhas, narinas, vulva, pênis podem indicar doença localizada ou sistêmica (AWIN, 2015).

Aumentos de volume articulares indicam que tem aumento de fluido nos tecidos articulares ou periarticulares e podem ocorrer devido a condições graves como artrite, infecção, fraturas. Muitas vezes geram dor ao animal. Outra situação que pode levar lesão e dor, com relação ao sistema locomotor, é a falta de casqueamento ou casqueamento/ferrageamento inadequados. Já a presença de claudicação indica que o animal está experienciando dor e desconforto, podendo reduzir a habilidade de usar um ou mais membros, podendo reduzir a mobilidade ou, até mesmo, impedi-la. Pode ser resultado de condições clínicas severas (AWIN, 2015).

A avaliação da consistência das fezes é importante e está relacionada com o consumo de água, qualidade do alimento e patologias gastrointestinais. Deve-se avaliar, também, padrão e frequência respiratória, assim como sinais e grau de dor (AWIN, 2015).

Avaliação da frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) pode ser afetada por diferentes fatores, como características individuais, estado nutricional, atividade física, clima. Além disso, é regulada pelo sistema nervoso autônomo (Frick et.al., 2018). A mensuração da frequência cardíaca, associada com a velocidade, antes, durante e após o exercício é indicador de saúde e condicionamento e de intensidade do esforço físico imposto. De acordo com Serrano et. al. (2002), existe correlação positiva entre FC, consumo de oxigênio e gasto energético. Essas informações e o conhecimento de valores de referências para equinos atletas de uma determinada raça, permitem avaliar os exercícios e o nível de esforço e realizar

ajustes nos protocolos de treinamento e nutrição, melhorando o desempenho e bem-estar de cavalos atletas (Hunka et.al., 2017; Coelho et.al., 2019).

A raça Mangalarga Marchador (MM) é uma das mais importantes e mais utilizadas no Brasil. A marcha é considerada um tipo de andamento aeróbico, de longa duração e de moderada intensidade (Gama et.al., 2012). Coelho et.al. (2019) avaliaram a frequência cardíaca de 15 equinos MM durante um teste de marcha a campo, com duração de 40 minutos. A FC máxima encontrada foi 185.07 ± 19.36 batimentos por minuto (bpm) e a FC média foi 138.07 ± 19.79 bpm. Em pesquisa anterior, a FC máxima para cavalos marchadores foi 211 ± 3 bpm (Pagan et.al., 2017). Essa avaliação é útil para determinar uma gestão adequada, para melhorar o desempenho, minimizar risco de lesões e garantir o bem-estar de cavalos atletas (Coelho et.al., 2019).

A vaquejada é considerada um exercício de alta intensidade e curta duração. É um esporte cultural da região Nordeste do Brasil (Hunka et.al., 2017). Coelho et.al. (2021) identificaram que, apesar de praticar o mesmo esporte, os cavalos de vaquejada que derrubam o boi e os cavalos que auxiliam, possuem diferentes gastos de energia e requerimentos. Essas diferenças devem ser consideradas tanto entre diferentes esportes quanto dentro do mesmo esporte, para estabelecer programas físicos e nutricionais adequados, melhorando desempenho e bem-estar dos cavalos atletas.

Avaliação do ambiente

Água é essencial para a vida. Todo animal deve ter acesso a um ponto de água. Portanto, deve-se avaliar a disponibilidade de água, porém, não apenas se está disponível ou não, mas, também, se o bebedouro está funcionando e está limpo. Se não houver água disponível no momento da avaliação, deve-se fazer o teste da sede, disponibilizando um balde com quantidade conhecida de água e avaliando se o animal vai beber a água e qual a quantidade consumida em 10 minutos (min) (AWIN, 2015).

Uma cama confortável e limpa é essencial para o conforto do animal e para que ele possa descansar. O material da cama deve ser atóxico, livre de excesso de sujeira, permitir boa drenagem. Deve-se avaliar a qualidade da cama, limpeza e se a quantidade de material para a cama está adequada (AWIN, 2015).

Se o animal for mantido em baia, deve-se mensurar o tamanho da baia e verificar se está adequada, de acordo com a altura do cavalo. Um animal com altura <120 cm deve estar em uma baia de pelo menos 5,5 m², entre 148-162 cm de altura, a baia deve ter pelo menos 9 m², acima de 175 cm, 12 m² (AWIN, 2015). Além disso, é importante questionar a respeito da frequência de atividade física realizada por esse animal.

Aplicação da avaliação do bem-estar

Dez equinos de vaquejada foram avaliados quanto a frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, hematologia, bioquímica e cortisol, comparando os achados antes das atividades físicas e após as provas de vaquejada. Foram encontradas alterações físicas, hematológicas e bioquímicas as quais foram atribuídas ao estresse associado ao exercício físico (Lopes et. al., 2009).

Em um estudo realizado na Cavalaria da Polícia Militar do Paraná, 30 equinos foram avaliados quanto a condição corporal, estado geral, presença de feridas, frequência cardíaca, frequência respiratória, histórico de cólica, comportamento, estereotípias e ritmo circadiano de cortisol. Os autores concluíram que apesar dos cavalos apresentarem indícios de estresse crônico, incidência significativa de alterações comportamentais e de taxa de ritmo circadiano de cortisol, os equinos apresentavam condições de bem-estar acima das verificadas em estudos nacionais anteriores com equinos estabulados em região urbana (Gontijo et. al., 2014).

De forma semelhante, em 2018, 30 cavalos Puro Sangue Inglês (PSI) estabulados no Jockey Club do Paraná foram avaliados pelo mesmo grupo de pesquisa citado anteriormente, quanto aos mesmos parâmetros clínicos, físicos, comportamentais e laboratoriais. Os animais foram considerados com bem-estar adequado quanto às necessidades físicas e nutricionais, boas práticas de manejo pelos tratadores, porém, estresse crônico e inadequado bem-estar psíquico devido a elevada prevalência de alterações comportamentais e do ritmo circadiano de cortisol (Gontijo et. al., 2018).

Outros estudos nacionais anteriores registraram altas incidências de cólica em animais do exército em Brasília (Vieira, 2006), animais de policiamento no Rio de Janeiro (Laranjeira et. al. 2009), e em animais de policiamento estabulados em Belo Horizonte,

também correlacionado a comportamentos anormais e altas taxas de cortisol (Leal, 2007, Leal et. al. 2011).

Um estudo recente, realizado na Itália, encontrou correlação positiva ($P < 0,05$) entre a presença de estereotípias, tempo de permanência na baia e frequência de trabalho em equinos atletas a partir de análise hormonal e questionário para avaliação do manejo e comportamento dos animais (Arena et al., 2021).

De acordo com Campbell (2016), as Cinco Liberdades aplicadas aos atletas equinos parecem se enquadrar em três grupos: 1. Sobre as liberdades (por exemplo, estar livre da sede e da fome) que são básicos em relação aos atletas equinos no mundo desenvolvido, e devem ser facilmente cumpridos; 2. Liberdades que poderiam ser cumpridas, mas muitas vezes não são cumpridas em sistemas de manejo comuns para equinos atletas. Como exemplos, a estabulação de cavalos individualmente tem um efeito negativo na liberdade de expressar comportamentos normais, como interação social e higiene mútua. Cavalos que viajam longas distâncias internacionalmente para competir podem causar estresse. Comportamentos reprodutivos normais durante a criação de equinos atletas são comumente proibidos por sistemas que empregam técnicas artificiais; 3. Liberdades que parecem inatingíveis. Parece improvável, por exemplo, que muitos atletas (animais ou humanos) possam levar uma vida totalmente livre de dor e lesões, ou desconforto. Assim, as Cinco Liberdades, particularmente, se for adotada a interpretação “tão livre quanto possível de”, é relevante para a consideração do bem-estar dos cavalos de competição. No entanto, é insuficiente como estrutura para pensar o bem-estar dos atletas equinos, por não incorporar aspectos positivos de bem-estar e por questões éticas subjacentes sobre o uso de cavalos no esporte.

De acordo com Mitchell (2018), os cavalos de esportes nos EUA são alguns dos cavalos melhor cuidados do mundo. Proprietários, treinadores e cavaleiros na maioria das vezes querem o melhor cuidado possível para seus cavalos, mas a falta de educação e o desejo de vencer por parte de proprietários e treinadores pode ultrapassar a linha entre cuidados adequados e práticas abusivas. Além disso, muitas organizações esportivas nos EUA têm regras para uso de medicações, porém, nem sempre essas regras são adequadas. Nesse contexto, apesar de sofrerem muita pressão, os médicos veterinários

são eticamente obrigados a satisfazer as necessidades médicas dos equinos e a recomendar as melhores práticas para a saúde contínua e bem-estar, mas, fazer isso, muitas vezes exige coragem.

Para Schmidek (2018), para otimizar o aprendizado e o bem-estar dos equinos deve-se identificar, para cada situação específica, a melhor combinação entre a atividade a ser treinada, a estratégia de treinamento, o tipo e intensidade de estímulos, componentes emocionais e experiências anteriores do equino, bem como a confiança do animal em relação a humanos em geral e ao avaliador/ treinador. Dar enfoque na avaliação de atividades que sejam relevantes para o equino, seja em condições naturais ou de treinamentos esportivos ou de trabalho, ter conhecimento das diferentes técnicas de treinamento e estímulos disponíveis, entender de forma mais detalhada as expressões comportamentais que indiquem seu estado de bem-estar e se esforçar em manter seu bem-estar elevado. Essas, talvez, sejam as ferramentas mais importantes na determinação, em termos práticos e científicos, das melhores estratégias de treinamento, maximizando a eficiência de aprendizado, rendimento esportivo/ de trabalho, bem-estar animal, segurança do equino e do humano, relação humano-equino.

Embora as possibilidades de adquirir novos conhecimentos científicos e compreensão do comportamento e bem-estar dos animais são intermináveis, com todo conhecimento adquirido até aqui, já é possível colocar em prática e assegurar um bem-estar adequado aos animais (Webster, 2013).

1.3. Considerações finais

O conceito sobre bem-estar é complexo e faz com que a sua avaliação também seja complexa. Não é possível considerar nem que os animais de vida livre possuem um completo bem-estar ao longo de toda a sua vida. Porém, apesar de ainda ter espaço para novos conhecimentos, muito já se sabe sobre o assunto. Assim, não se devem usar parâmetros isolados na tentativa de determinar o bem-estar dos animais, mas, sim, a melhor abordagem é multiparamétrica e fazer associação entre eles.

Além disso, existe uma grande variedade de esportes e raças de cavalos, assim, é importante conhecer e avaliar os animais praticando suas atividades de campo, no seu

ambiente para que se possa estabelecer programas de nutrição, treinamento, manejo e condicionamento físico específicos e, com isso, contribuir para o bem-estar desses equinos atletas.

2. NOÇÕES BÁSICAS SOBRE CONFORMAÇÃO E RADIOLOGIA DO CASCO EQUINO

Os equinos têm se tornado cada vez mais importantes, social e economicamente, na vida das pessoas, por diversas razões, como na área do esporte, lazer, suporte financeiro, trabalho e como pet. Desempenhando, principalmente, atividades que geram grande demanda do sistema locomotor. Com isso, a higidez do sistema locomotor é fundamental para que eles desempenhem essas atividades com plenitude. Nesse sentido, o casco desempenha papel fundamental, pois suporta o peso do animal, absorve impacto com o solo, resiste ao desgaste, auxilia na propulsão.

A expressão “no foot, no horse” está difundida mundialmente e significa que sem casco não há cavalo. Ou seja, o casco e sua saúde é fundamental para a sobrevivência e desenvolvimento de atividades pelo cavalo. Além disso, sabe-se que o equilíbrio do casco é primordial para que o cavalo possa expressar seu melhor desempenho atlético com menor risco de lesões no sistema locomotor, melhorando, assim, o bem-estar desses animais.

2.1. Estrutura e conformação

O casco dos equinos é uma estrutura complexa que reveste a região mais distal do membro. É um componente especializado do tegumento, preparado para suportar o peso do animal, absorver impacto e resistir ao desgaste (Parks, 2003; The Glass Horse, 2004). O casco é formado pela queratinização epitelial sobre uma derme (cório) bastante modificada, contínua com a derme comum de pele na região da coroa (Dyce, 2010). A parede do casco é composta pelo extrato externo, extrato médio e extrato interno (extrato lamelar). O extrato interno é formado pelas lâminas que fixam a falange distal à superfície interna da parede do casco, formando uma interface laminar. Essa interface é composta por tecido epidermal (avascular) e dermal (vascular) e suas lâminas primárias e secundárias, as quais dão origem a junção dermal-epidermal. O limite entre essa junção é a membrana basal, responsável por manter a integridade estrutural do

dígito e contribuir com o controle da termorregulação e com a troca de nutrientes (Morgan et. al., 1999; Katz e Bailey, 2012).

A percepção de casco ideal para um cavalo normal, descrita pela literatura do século passado como sendo um casco simétrico, combinado com o contralateral e semelhante para cavalos de diferentes raças deve ser esquecida (Bras & Redden, 2018). Caldwell et al. (2016) investigaram os indicadores e as mensurações tradicionalmente aceitas para definir o equilíbrio dos cascos e observaram que há poucas evidências que suportam um grande número de crenças aceitas na podologia, principalmente aquelas relacionadas às técnicas de proporções geométricas e de bases padronizadas para todos os tipos de animais. Os autores concluem que o casqueamento realizado em uma base individual seria mais vantajoso do que aquele que busca um padrão ideal em todos os animais. Alguns estudos sugerem que podem existir diferenças naturais entre os membros contralaterais, enquanto outros relacionam essa assimetria a diferenças de cargas, o que pode contribuir para ocorrência de lesões (White, et. al., 2008; Wilson, et. al., 2009; Back & Pille, 2013).

A conformação e o equilíbrio do casco são termos usados, muitas vezes, como sinônimos. Entretanto, didaticamente, alguns autores consideram estes termos de forma distinta. A conformação se refere ao formato do casco e se relaciona de forma estática ao resto do membro. O termo equilíbrio é o modo com que as estruturas internas do dígito e do membro distal, em relação a tamanho, posição e formato, interagem com a superfície de contato, tanto em repouso quanto em movimento (Eliashar, 2012). Na atualidade considera-se que o equilíbrio do casco é definido como a forma do casco que permite o cavalo expressar seu melhor desempenho e que interfira minimamente na sua habilidade atlética a longo prazo (Balch et. al., 1997). O casco deve ser aparado e ferrado de modo a permitir distribuição igual de peso e o mínimo de estresse sobre as articulações e tecidos moles (Crabbe, 2015). O ferrador pode influenciar esse equilíbrio do casco tanto com o casqueamento quanto com o ferrageamento (Auer et. al., 2007). No entanto, fatores hereditários, nutricionais e ambientais também são responsáveis por alterar e influenciar a conformação do dígito de equinos atletas (Moleman et al., 2006).

A interconexão das estruturas do dígito permite o seu funcionamento como uma unidade integrada, apoiando o peso do corpo e dissipando as forças do impacto no solo, para evitar sobrecarga e danos aos seus componentes. Todos os componentes do dígito estão conectados aos músculos e tendões do membro, que são responsáveis pelo suporte do membro e locomoção. As alterações no casco geralmente ocorrem quando as forças exercidas sobre as estruturas do casco superam sua capacidade. Assim, três situações principais podem ocorrer: uma força normal atuando sobre estruturas anormais, uma força anormal atuando sobre estruturas normais ou uma força anormal atuando sobre estruturas anormais. O tendão flexor digital profundo (TFDP) exerce uma influência considerável sobre a estrutura e função do casco, devido a sua inserção na superfície palmar da falange distal, sendo seu principal antagonista a sua fixação laminar no casco e o tendão extensor digital comum (TEDC). Portanto, tensões exercidas pelo TFDP sobre a falange distal podem alterar a parede do casco, a espessura da sola e distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal. Reconhecer uma má conformação ou equilíbrio, que pode prejudicar a função do dígito e contribuir para claudicação, pode sugerir caminhos para prevenção e tratamento. (Redden, 2003; Bras & Redden, 2018).

Considerando que o casco é uma estrutura tridimensional, o equilíbrio deve ser avaliado no aspecto dorsopalmar/plantar, avaliando-o em visão lateral, de forma lateromedial, avaliando-o em uma visão frontal, considerando-se uma linha axial que corta as estruturas ao meio, e, também, pela sua superfície distal, pela vista solear (Fig.1) (White, et. al., 2008; Wilson, et. al., 2009; Back & Pille, 2013).

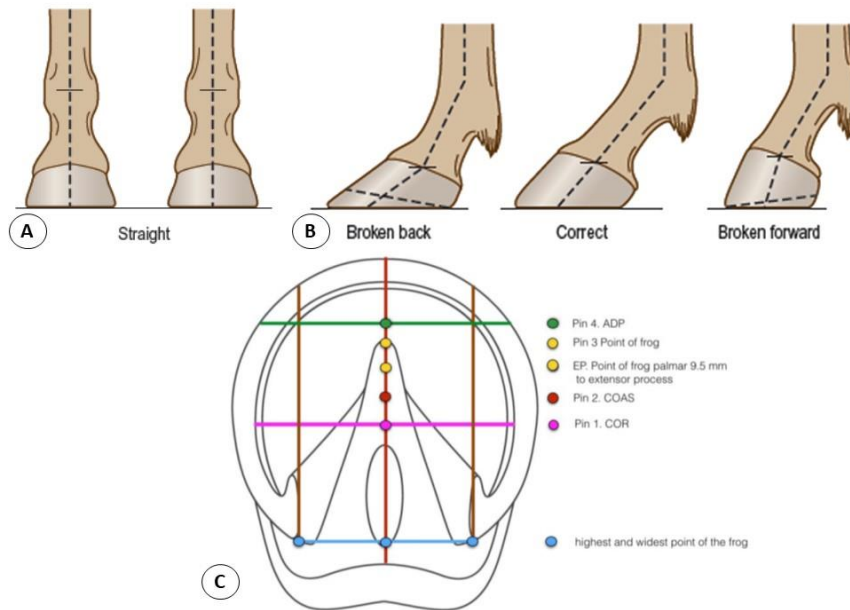


Figura 1. A) Vista dorsal do casco, traçando uma linha axial cortando as estruturas ao meio. Adaptado de Back & Pille (2013). B) Vista lateral do casco, traçando uma linha axial cortando as estruturas ao meio, comparando o eixo podofalangeano correto com os eixos quebrados para trás e para frente. Adaptado de Back & Pille (2013). C) Vista solear do casco, traçando as linhas e marcando os pontos referentes ao mapeamento do casco: • Uma linha (vermelha) foi traçada no meio da rasilha e através da sola até o centro da pinça do casco (linha vermelha). O pino 1 (rosa) foi colocado na linha central na parte mais larga do casco usando a linha branca como referência. Supõe-se que este seja o centro de rotação da AID (COR). O pino 2 (vermelho) foi localizado com paquímetro digital na linha central 10mm dorsal ao ponto mais largo. Supõe-se que este seja o centro da superfície articular da falange distal (COAS). O pino 3 (amarelo) foi colocado na ponta da rasilha e supõe-se que seja 9,525 mm palmar/plantar e vertical ao processo extensor (EP) (ponto amarelo), comumente referido como ponto de Duckett, ou centro de massa da falange distal • Duas linhas paralelas de cada lado da linha central foram traçadas a partir do bulbo dos talões ao nível da intersecção do ponto mais alto e mais largo da rasilha, em frente à linha branca (linha marrom). • Uma linha foi então traçada perpendicularmente à linha central a partir das duas linhas marrons onde essas linhas encontram a linha branca (linha verde). O pino 4 (verde) foi colocado onde a linha verde cruzou a linha central. Supõe-se que este ponto foi o ápice da falange distal (ADP). • Os bulbos dos talões foram marcados no nível onde as partes mais altas e mais largas da parte palmar/plantar da rasilha se cruzaram para determinar o nível em que os calcanhares seriam aparados (linha azul). Sendo esta a parte mais caudal da superfície de apoio da parede do casco. • Uma linha foi traçada no ponto mais largo da linha branca para marcar o ponto mais largo do casco (linha rosa). Adaptado de Moon (2019).

Métodos objetivos de medição do casco atualmente disponíveis incluem o uso de transferidores de casco, técnicas radiográficas, técnicas de análise fotográfica e de movimento 3D (White et al., 2008). Transferidores de casco dão pouca informação sobre as dimensões gerais do casco e sua precisão (concordância entre medidas repetidas) e exatidão (acordo com um padrão de referência aceito) são questionáveis (Moleman et al. 2005). Um sistema de análise de movimento 3D foi recentemente mostrado ser útil na medição da conformação do corpo inteiro, mas requer um mínimo de 4 câmeras de vídeo, gravação personalizada e software, o que limita o uso atual (Weller et al. 2006). Além disso, apenas um pequeno número de medições foi feito relativo à conformação do casco, possivelmente como consequência do tamanho relativamente grande de marcadores anatômicos necessários (White et al., 2008). De acordo com White et al. (2008) a mensuração da conformação do casco por meio de medidas de fotografias digitais realizadas por software é praticável e produz medições com excelente precisão e exatidão. Entretanto, mesmo que as fotografias digitais padronizadas permitam uma boa avaliação da conformação dos cascos, esta técnica também não possibilita aferir as relações entre a falange distal e o estojo córneo, haja vista que são características que não podem ser mensuradas pelas características externas ao casco (Thieme et al., 2015). Um método prático de acessar o equilíbrio do casco em equinos e que possui capacidade de avaliar as estruturas internas é o exame radiográfico do casco. Medidas feitas a partir de radiografias, em formato digital, com marcadores radiopacos aplicados ao casco, foram avaliadas quanto à precisão e exatidão (Kummer et al. 2004; Rocha et al. 2004) e são usados tanto na prática clínica quanto pesquisa, mas exigem equipamentos caros e têm implicações quanto a segurança contra radiação para o pessoal envolvido na aquisição de imagens.

De acordo com Dyson et al. (2011), a conformação ideal do casco de um equino é alcançada quando a parede dorsal e os talões são paralelos e há um eixo relativamente alinhado entre os ossos da quartela e do casco (eixo podofalangeano); as lâminas e os anéis de crescimento do casco são paralelos e com uma separação variável; a banda coronária deve possuir uma simetria médio-lateral e, ao se traçar uma linha entre dois pontos comparáveis, medialmente e lateralmente, devem ser paralelos ao solo (Fig. 2).

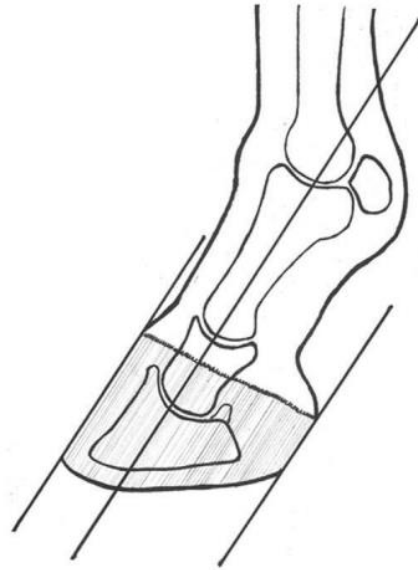


Figura 2. Representação esquemática demonstrando o alinhamento entre as falanges e entre a parede dorsal do casco e os talões. Adaptado de O’Grady & Poupard (2003).

Avaliação macroscópica

Lateromedial (vista dorsal)

O equilíbrio lateromedial avalia o casco no plano frontal (vista dorsal) por meio de uma avaliação estática ou dinâmica (Balch et al., 1997). O equilíbrio estático procura alcançar a simetria com o cavalo em estação traçando uma linha que corta o membro longitudinalmente e é cortada em 90° por outra linha transversal traçada ao longo dos talões (Caudron et al., 1998). No método dinâmico, o casco é aparado de modo que os lados lateral e medial entrem em contato com o solo simultaneamente. Em um cavalo com conformação ideal, o balanceamento estático e dinâmico mostrará um resultado bastante semelhante. Porém, quando defeitos de conformação estão presentes, os dois métodos produzem resultados diferentes (Back & Pille, 2013).

A avaliação dinâmica consiste em o examinador observar o cavalo ao passo e ao trote em uma superfície plana, de preferência usando uma câmera de vídeo para avaliação por meio de câmera lenta. Deve-se observar qual parte de cada casco entra primeiro em contato com o solo e qual parte de cada casco recebe primeiro a carga. Geralmente o ponto de contato é oposto ao ponto de carga (Snow & Birdsall, 1993).

De acordo com Russell (1897), a circunferência da banda coronária deve ter a mesma altura em dois pontos opostos, mediais e laterais e perpendiculares ao eixo sagital do membro (Fig. 3A).

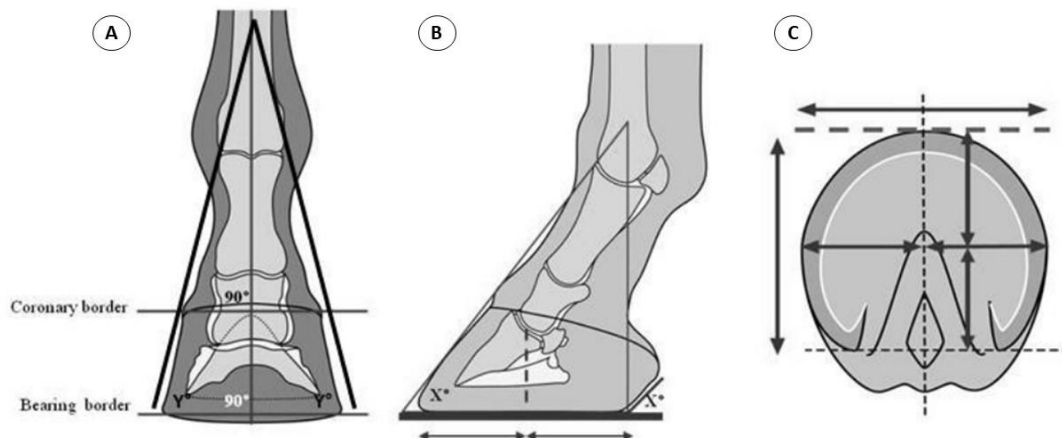


Figura 3. (A) Representação esquemática do equilíbrio lateromedial avaliado pela vista dorsal mostrando a circunferência da banda coronária com mesma altura em dois pontos opostos, mediais e laterais e perpendiculares ao eixo sagital do membro. Além disso, a figura mostra a formação de um triângulo retângulo ao traçar duas linhas do centro do terceiro metacarpiano (MCIII) em direção a superfície abaxial do casco. (B) Representação esquemática do equilíbrio dorsopalmar/plantar avaliado pela vista lateral mostrando paralelismo entre os ângulos da parede do casco e do talão, o eixo entre as falanges (eixo podofalangeano). (C) Representação esquemática do equilíbrio da superfície distal do casco avaliado pela vista solear mostrando que a borda da parede do casco é simétrica em torno do centro (palmar ao ápice da ranilha). Ilustração esquemática da interpretação do casco ideal do professor William Russell em 1897. Fonte: Caldwell, 2017.

Dorsopalmar/plantar (vista lateral)

Ao avaliar o aspecto dorsopalmar/plantar, é possível avaliar o eixo podofalangeano (Fig.1B), a relação entre a parede dorsal do casco e os talões, como comprimento, ângulos e alinhamento (White, et. al., 2008; Wilson, et. al., 2009; Back & Pille, 2013).

O eixo podofalangeano avalia o alinhamento entre as falanges. Essa é a mensuração mais aceita para avaliar o equilíbrio do casco (O'Grady e Poupard, 2003). O eixo está

alinhado quando pode-se traçar uma linha reta pelo meio do casco e da quartela, formando um ângulo de 180 graus entre eles (Fig. 2) (Parks, 2003). Isso permite que o casco melhor absorva e distribua as cargas. Porém, de acordo com Bach et. al. (1995) não ocorre alinhamento real entre as falanges. Esse eixo pode estar quebrado para a frente (casco encastelado), quando a parede dorsal do casco é mais vertical do que a quartela, gerando maior sobrecarga na superfície proximal e dorsal da falange distal. Geralmente leva a flexão da articulação interfalângica distal e aumento da pressão na parte dorsal do casco com aumento da tensão dos ligamentos suspensórios do navicular e ligamento suspensor do boleto (O'Grady e Poupard, 2001). Já o eixo quebrado para trás, a parede dorsal do casco é mais horizontal do que a quartela, alguns animais possuem pinça comprida e talões baixos, sobrecarregando as estruturas palmares como talões, osso navicular e a inserção do TFDP (Crabbe, 2015). Essa alteração do alinhamento é comum na prática equina. Esses animais podem estar predispostos a apresentar lesão no tendão flexor digital profundo e no aparelho podotrocLEAR, devido à extensão excessiva da articulação interfalângica distal (O'Grady, 2008). O'Grady e Poupard (2003) realizaram um estudo no qual 77% dos equinos com claudicação apresentavam esse tipo de conformação.

Os ângulos da parede dorsal do casco e do talão vem sendo avaliados ao longo dos anos por vários pesquisadores e existem relatos de ângulos da parede dorsal do casco variando de 45 a 50° e, mais recente, até mais de 50° para membros torácicos e 50 a 55° e, mais recente, até mais de 55° para membros pélvicos. Normalmente a parede dorsal do casco e o talão devem ser paralelos e a relação de comprimento entre eles deve ser de 2:1 nos membros torácicos e 2:1,5 nos membros pélvicos. Diferenças entre os ângulos da parede dorsal do casco e do talão de mais de 5° já poderia ser considerado como talão escorrido (Back & Pille, 2013). A literatura internacional encontrou valor de normalidade de aproximadamente $52,2^{\circ} \pm 3,7^{\circ}$ (Eliashar et al., 2004; Dyson et al., 2011). Éguas Campolinas adultas avaliadas por Magalhães et. al. (2019) apresentaram a maior média ($50,74^{\circ} \pm 4,2^{\circ}$) no grupo de éguas controle adultas. Segundo Heymering (2002), existe uma concordância quase universal sobre cascos com ângulos iguais ou superiores a 54 graus serem comumente encontrados em condições naturais nos equinos selvagens, sendo assim, considerados mais saudáveis. Enquanto ângulos menores que

54 graus podem sobrecarregar músculos e ligamentos, alterar a distribuição de peso ao longo do casco, aumentar a tensão sobre o tendão flexor digital profundo e contribuir para a ocorrência de talões contraídos, o causador de muitas enfermidades no casco. Esse ângulo também pode sofrer grande interferência por casqueamento (Sherlock e Parks, 2013). Kummer et. al. (2006) encontraram uma porcentagem de alteração do ângulo do casco de -5 a 6% após casqueamento.

Outra avaliação, sugerida por Snow & Birdsall (1993), é a dimensão de suporte. Com o equino apoiado em um solo plano deve-se traçar uma linha imaginária palmar aos tendões flexores até o solo. A distância dessa linha até o ponto de contato da pinça com o solo é a distância de carga. Já a distância da pinça até o ponto de contato do talão com o solo é a distância base (Fig.4). De acordo com os autores a distância base deve ser pelo menos 60% da distância de carga. Isso geralmente coloca os talões diretamente abaixo do centro dos ossos do metacarpo/metatarso.

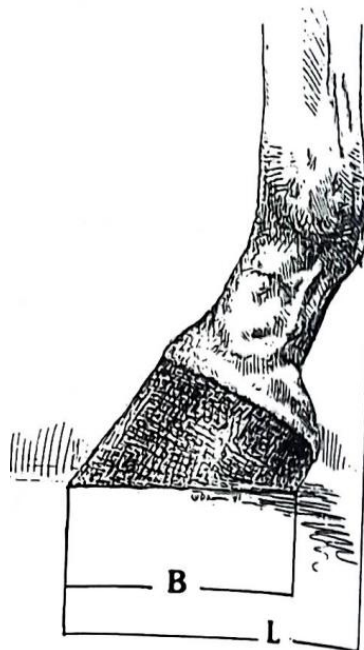


Figura 4. Diagrama demonstrando as dimensões de suporte. B representa a distância base e L representa a distância de carga. Fonte: Snow & Birdsall (1993).

Dyson et al. (2011) observaram que não existe uma correlação perfeita entre as mensurações do ângulo da parede dorsal do casco determinadas por fotografias e por radiografias. Segundo os autores, isso se deve ao fato de que muitos cavalos possuem a parede dorsal do casco côncavas, convexas ou com alguma deformação abrupta na

orientação que pode ser causada por um crescimento anormal do dígito, pelo modo como o animal foi casqueado ou uma combinação destes fatores, e que resultam em uma falta de acurácia na mensuração feita através das fotografias padronizadas.

Em termos de ferrageamento, diz-se que um cavalo está em equilíbrio dinâmico dorsopalmar quando o casco atinge o terreno plano. Da mesma forma, diz-se que um cavalo está em equilíbrio dinâmico lateromedial quando o casco aterrissa com os dois talões simultaneamente para atingir impacto médio-lateral uniforme (O'Grady, 2009). Essa abordagem sugere que a ponto de força segue uma trajetória ao longo do eixo central durante a fase de apoio do passo. No entanto van Heel et al., (2004) demonstraram que a aterrissagem lateral assimétrica foi a maneira preferida de pousar nos membros torácicos e pélvicos.

Superfície distal (vista solear)

De acordo com Russell (1897), o equilíbrio da superfície distal do casco (vista solear) é alcançado quando a borda da parede do casco é simétrica em torno do centro do casco (palmar ao ápice da ranilha) (Fig. 3C). Semelhante, também, à descrição feita por Snow & Birdsall (1993), no qual descreve que a simetria do casco é alcançada quando a distância medial e lateral ao ponto central (linha média da ranilha próximo a área de inserção do TFDP) são iguais e a distância entre o ponto central e a parede cranial do casco também é igual ou 10 mm superior.

A proporção ideal da ranilha é atingida quando sua base tem aproximadamente 2/3 do seu comprimento, permitindo uma boa expansão e amortecimento dos talões durante a aterrissagem, além de auxiliar na regulação do fluxo sanguíneo dos cascos (Crabbe, 2015). Quando a largura da ranilha é menor do que 2/3 do seu comprimento, denomina-se casco contraído ou encastelado, sendo resultante de uma expansão inadequada do casco. A contração dos talões pode ser o resultado de uma pinça muito longa, mais comum nos cascos torácicos do que nos pélvicos, podendo ser uni ou bilateral (Turner & Stork, 1988).

Segundo Crabbe (2015), o centro de rotação do casco deve coincidir com a reta lateromedial que pode ser obtida na parte mais larga da superfície distal do casco. Assim, o centro de rotação, e conseqüentemente esta reta, devem dividir o casco

aproximadamente na metade. Se sua posição for mais palmar/plantar, as estruturas de absorção do choque e os tendões flexores estarão excessivamente sobrecarregados e o esforço para decolar o casco (breakover) mais intenso. Por outro lado, se o centro de rotação estiver mais dorsal, o casco vai sofrer mais concussão na aterrissagem.

Caldwell et al. (2015) utilizaram outras medidas soleares para determinar se as proporções geométricas eram equivalentes após protocolo de casqueamento comumente utilizado no Reino Unido: BBL, comprimento no plano sagital entre os talões e pinça; COP, ponto palmar 9,5 mm ao ápice da ranilha; COR, ponto formado pela interseção dos talões e ponto oposto (linhas pontilhadas); DT-COR, comprimento no plano sagital da pinça ao COR; HB-COR, comprimento do bulbo do talão até o ponto de breakover (BO); HB-COP, comprimento a partir do bulbo do talão para COP; HB-COR, comprimento do bulbo do talão ao COR; HB-FRA, comprimento do bulbo do talão ao ápice da ranilha; HBUT – COP, comprimento no plano sagital a partir do bulbo do talão até um ponto 9,5 mm palmar ao ápice da ranilha; SL, comprimento sagital do bulbo do talão para a pinça do casco (Fig. 5).

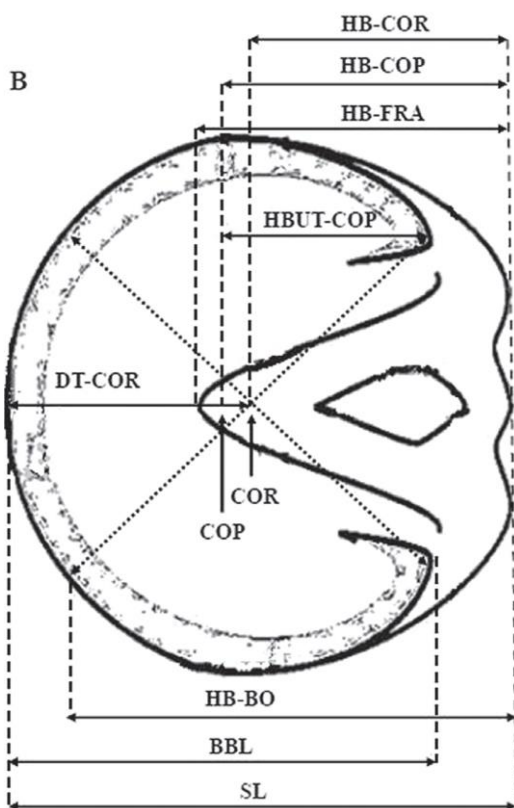


Figura 5. Representação esquemática das medidas e proporções realizadas por Caldwell et al. (2015): BBL, comprimento no plano sagital entre os talões e pinça; COP, ponto palmar 9,5 mm

ao ápice da ranilha; COR, ponto formado pela interseção dos talões e ponto oposto (linhas pontilhadas); DT-COR, comprimento no plano sagital da pinça ao COR; HB-BO, comprimento do bulbo do talão até o ponto de breakover (BO); HB-COP, comprimento a partir do bulbo do talão para COP; HB-COR, comprimento do bulbo do talão ao COR; HB-FRA, comprimento do bulbo do talão ao ápice da ranilha; HBUT – COP, comprimento no plano sagital a partir do bulbo do talão até um ponto 9,5 mm palmar ao ápice da ranilha; SL, comprimento sagital do bulbo do talão para a pinça do casco.

2.2 Avaliação radiográfica

A radiografia é uma ferramenta muito importante para a avaliação do equilíbrio do casco (Redden, 2003; Crabbe, 2015). Usando as configurações de exposição e o posicionamento adequados, muitas informações úteis sobre a saúde dos ossos, tecidos moles, estojo córneo e a relação entre eles podem ser avaliadas. Uma série de projeções radiográficas pode ser obtida para uma minuciosa avaliação das estruturas do casco. Porém, as projeções de maior interesse para o estudo das mensurações radiográficas são a lateromedial (LM) e dorsopalmar/plantar (DP). Estas projeções permitem a realização de diversas mensurações tanto em relação a distâncias quanto a ângulos (Kummer et al., 2004).

Projeção lateromedial

De acordo com Bras & Redden (2018), o feixe do raio x deve ser posicionado 1 a 2 cm acima do bloco de apoio dos cascos, centralizado no casco quanto ao sentido dorsopalmar/plantar. Esse padrão produz imagens repetíveis para cada casco e para diferentes cavalos, focando na área de interesse de avaliação. Porém, Butler et. al. (2008) recomendam que o feixe de raio x seja centralizado aproximadamente 1 cm distal à banda coronária, também no centro entre os aspectos dorsal e palmar do casco (Fig 6).

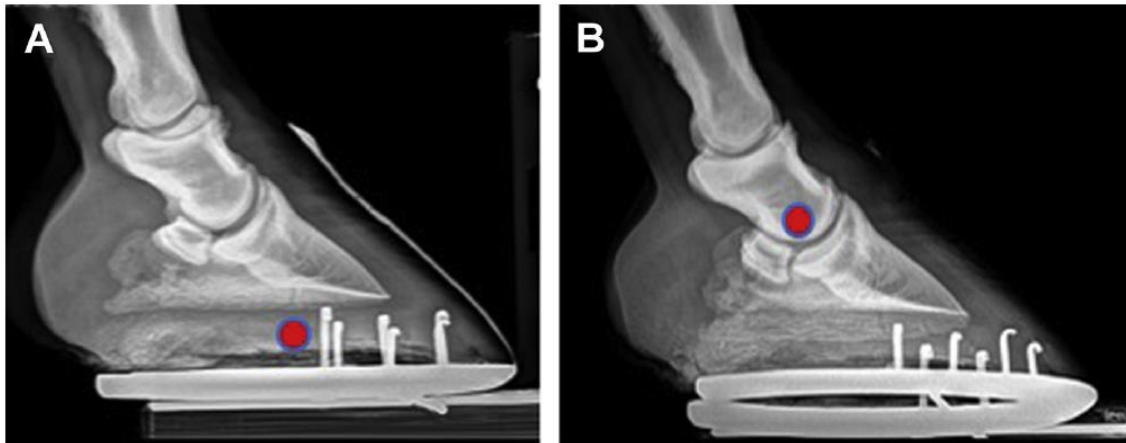


Figura 6. Feixe do raio x posicionado 1 a 2 cm acima do bloco de apoio dos cascos, centralizado no casco quanto ao sentido dorso palmar/plantar (A). Feixe de raio x centralizado aproximadamente 1 cm distal a banda coronária, também no centro entre os aspectos dorsal e palmar do casco (B). Fonte: Bras & Redden (2018).

A projeção lateromedial permite a avaliação e mensuração de várias medidas e ângulos, como por exemplo profundidade de sola, ângulo palmar da falange distal, distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal e breakover. Usando como exemplo o membro torácico de um cavalo da raça Puro Sangue de corrida, de 3 anos de idade, a distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal seria de 15 mm, tanto proximal quanto distal, profundidade de sola maior ou igual a 15 mm, ângulo palmar de 0 a 8, distância vertical entre a banda coronária e o processo extensor de 0 a 15 mm (Redden, 2003).

Em um estudo no qual foram radiografados e avaliados os membros torácicos de éguas da raça Mangalarga Marchador, encontrou-se uma média de 20,3 mm ($\pm 1,84$) e 18,6 mm ($\pm 1,78$) para a distância entre o casco e a falange, proximal e distal, respectivamente, $-2,24^\circ$ ($\pm 1,62$) para o ângulo de rotação da falange distal e 11,1 mm ($\pm 3,16$) para a distância entre a banda coronária e o processo extensor para animais do grupo controle, sem excesso de adiposidade (Magalhães et.al., 2014).

Magalhães et. al. (2019) avaliaram éguas adultas da raça Campolina e encontraram os seguintes valores médios para os animais do grupo controle, sem excesso de adiposidade: ângulo palmar $4,51^\circ$ ($\pm 2,78$); distância entre a banda coronária e o processo extensor 10,2 mm ($\pm 2,2$); espessura de sola 17,7 mm ($\pm 3,9$); ângulo da parede dorsal do casco $51,3^\circ$ ($\pm 4,1$); distância entre a parede dorsal do casco e a superfície

dorsal da falange distal proximal de 18,5 mm ($\pm 1,7$) e distal de 17 mm ($\pm 1,7$); suporte de pinça de 70,4% ($\pm 6,06$); ângulo de rotação da falange distal $-2,27^\circ$ ($\pm 1,81$); eixo podofalangeano de 169° ($\pm 7,16$); distância de breakover de 3,08 cm ($\pm 0,44$).

Eixo podofalangeano

O Eixo podofalangeano já foi inicialmente discutido na secção 1.2 desse texto. Para aferir o ângulo do eixo a partir da imagem radiográfica deve-se traçar uma linha a partir do ponto mais central da falange média em sentido proximal, dividindo igualmente a falange proximal, e distalmente, é desenhada outra linha, partindo do mesmo ponto, paralela à borda dorsal da falange distal, o ângulo dorsal formado representa o alinhamento entre as três falanges (Luz, 2019).

Como discutido anteriormente, alguns autores citam que o ângulo deve ser de 180 graus, enquanto outros autores relatam que não ocorre o paralelismo perfeito (Parks, 2003; Craig e Craig, 2005).

O alinhamento do eixo podofalangeano também pode ser mensurado através do ângulo das articulações interfalangeanas, medido separadamente. O ângulo da articulação interfalangeana proximal (AIP) pode ser mensurado na intercessão da reta que conecta os centros de rotação da AIP e articulação interfalangeana distal (AID) com uma segunda reta que parte do centro de rotação da AID e segue em direção dorsodistal de forma paralela à superfície dorsal da falange distal (Craig et al., 2001). De acordo com Stashak et al., (2002), para que haja alinhamento entre as três falanges esses ângulos devem ser próximos de zero. Porém, um estudo com 151 cascos dos membros torácicos de equinos de diferentes raças detectou que a média ($\pm DP$) do ângulo $8,27 \pm 9,04$ graus na AID e $5,78 \pm 5,18$ graus na AIP (Craig e Craig, 2005).

Drumond et al. (2016) avaliaram animais da raça Mangalarga Marchador e encontraram uma extensão da articulação do casco nesta população, que era caracterizada por dígitos com tamanho da pinça do casco comprimidos. Este tipo de desalinhamento entre as falanges, denominado de eixo quebrado para trás é muito comum, ocorrendo em 72,8% dos cascos nos membros torácicos. Este tipo de conformação causa um aumento da pressão exercida pelo TFDP no osso navicular, podendo ser associada a lesões tanto do aparato podotrocLEAR quanto na AID (Page & Hagen, 2002).

Essa avaliação é influenciada diretamente pelo modo em que os membros estavam apoiados no momento da captura da imagem, devendo ser avaliado criteriosamente (Craig et al., 2001).

Centro de rotação

O centro de rotação pode ser definido como o ponto central do casco, que pode ser localizado traçando-se uma reta do centro do côndilo da falange média em sentido distal até o solo em um ângulo de 90 graus, e que divide, de forma ideal, a superfície distal do casco em duas metades iguais, uma dorsal e a outra palmar/plantar. A partir do centro de rotação é possível mensurar o suporte da pinça, que é a distância do centro de rotação até a pinça do casco. De acordo com a literatura, o suporte da pinça deve ser de 50%, porém estudo considerando 131 membros torácicos encontrou em média $67.06 \pm 5.41\%$ da área de superfície solear do casco (Craig et al., 2001; O'Grady e Poupard, 2001). Outros pesquisadores encontraram valores entre 61 a 64%, mas os cavalos haviam sido casqueados próximos ao momento da aferição (Kummer et al., 2006; Thieme et al., 2015).

Segundo Crabbe (2015), o centro de rotação do casco deve coincidir com a reta lateromedial que pode ser obtida na parte mais larga da superfície distal do casco. Assim o centro de rotação, e conseqüentemente esta reta, devem dividir o casco aproximadamente na metade. Se sua posição for mais palmar/plantar, as estruturas de absorção do choque e os tendões flexores estarão excessivamente sobrecarregados e o esforço do breakover mais intenso. Por outro lado, se o centro de rotação estiver mais dorsal, o casco vai sofrer mais concussão na aterrissagem, como discutido anteriormente.

Ângulos da parede dorsal do casco e dos talões

A avaliação dos ângulos da parede dorsal do casco e do talão já foram discutidas anteriormente, na secção 2.1 desse texto. O ângulo da parede dorsal do casco é formado entre a superfície da parede dorsal do casco e a superfície de apoio no solo (O'Grady & Poupard, 2001). Uma angulação correta é essencial para se obter um eixo podofalangeano ideal (Lesniak et al., 2017). Esta medida tem sido alvo de muitos questionamentos. Há alguns anos, acreditava-se que havia um valor de angulação ideal como sendo uma característica a ser alcançada, mas observou-se que cada cavalo tem

um ângulo próprio devido à conformação individual do membro. Portanto, um ângulo correto para um determinado animal é aquele em que a parede dorsal do casco está alinhada e em plano paralelo com a superfície dorsal da quartela, sendo um alinhamento que pode ser facilmente checado por inspeção visual e confirmado radiograficamente (O'Grady, 2009).

A capacidade do talão de suportar cargas pode ser estimada pela comparação de seu ângulo com o ângulo de pinça. Para isso calcula-se o ângulo formado por uma reta que se origina no ponto mais palmar/plantar da coroa do casco, na região dos talões, com a reta da superfície distal do casco (ou do solo). Já o ângulo de pinça (ângulo de casco) se forma pelo encontro da reta que se origina na parte mais dorsal da coroa e desce para tocar a reta do solo. Alguns autores acreditam que quando o talão possui ângulo de 5 ou mais graus menor que ângulo de pinça, o casco é caracterizado como de talões escorridos (Turner & Stork, 1988). Entretanto outros acreditam que, em cavalos de corrida o ângulo de talão pode ser de 15 a 20 graus inferior (Reeden, 2003). De qualquer forma, alguns autores acreditam que cascos de talões escorridos perdem a capacidade de suportar carga, expandir e exercer sua função, havendo conseqüente aumento de tensão sobre o navicular e a sua bursa, predispondo à claudicação crônica (Crabbe, 2015). Adicionalmente, a ocorrência de talões escorridos está associada à falha catastrófica do aparato suspensor em cavalos de corrida (Balch et al. 2002).

Distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal

Alguns autores acreditam que a maioria dos equinos adultos normais possui uma distância semelhante entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal ao longo de toda superfície, ou seja, tanto na região proximal quanto na região distal. Isso se deve ao paralelismo entre elas. Porém, a distância na região distal pode ser menor do que na região proximal, devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo (Redden, 2003; Sherlock e Parks, 2013).

Vários outros trabalhos avaliaram a distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal, proximal e distal, em diferentes grupos e raças. Em

equinos pesando entre 400 e 450 kg a média ficou entre 16 a 18 mm (Pollitt, 2008). Para 41 equinos Puro Sangue, encontrou-se média de 15,1 mm ($\pm 0,9$) e 14,6 mm ($\pm 1,0$) para as distâncias proximal e distal, respectivamente (Linford, et. al., 1993). Já em estudos com Warmbloods, a média foi de 19mm ($\pm 0,5$) em animais com superfícies do casco e falange distal paralelas (Back, 2001) e 17,9 mm ($\pm 2,3$) para membros torácicos (Goulet, et. al., 2015). Grundmann et. al. (2015) avaliaram equinos de raças mistas e encontraram média de 18,3 mm ($\pm 1,6$) e 17,9 mm ($\pm 1,8$) para as distâncias proximal e distal, respectivamente. Essa mensuração, quando avaliada juntamente com o ângulo palmar, pode fornecer importantes informações em relação à rotação da falange distal (Redden, 2003).

De acordo com Pollit (2008), as radiografias de cavalos com laminite aguda devem ser avaliadas em busca de uma alteração deste parâmetro. Um acréscimo de 2 a 3 mm é extremamente significativo no contexto agudo ou crônico inicial desta patologia. O autor destaca que no período inicial da laminite crônica, a parede do casco e a falange distal poderão se separar, mas, se manterem paralelas, haja visto que, em geral, a rotação da falange distal em relação a parede do casco ocorre mais tardiamente.

Ângulo palmar

O ângulo palmar, ângulo da margem solear da falange distal com o solo, é o ângulo criado entre o solo ou a superfície solear do casco e a margem solear da falange distal. Ao avaliar equinos com ferradura, o ideal é medir esse ângulo utilizando a margem solear do casco e não o solo, para que seja anulada qualquer alteração causada por diferentes tipos de ferradura, como por exemplo, elevação dos talões (Redden, 2003). O ângulo palmar é de aproximadamente 5° (Back, 2001). Em uma população mista de equinos saudáveis, o valor médio desse ângulo foi de 6,1° com desvio padrão de 2,84° (Smith et. al., 2004). Outros autores encontraram uma variação desse ângulo entre 3 e 5° (Redden, 2003; O'Grady, 2008). Valores maiores do que os citados anteriormente foram encontrados em animais normais por Xavier et. al. (2014).

O ângulo palmar é uma das principais mensurações para avaliação da rotação disto-palmar da falange distal durante a laminite, na qual há perda da resistência da conexão entre estojo córneo e falange distal (Redden, 2010). Animais com o ângulo palmar muito

alto (comparado a outros animais da mesma raça e tamanho) podem ser encontrados em condições patológicas como em animais encastelados, com deformidade flexural ou com laminite com rotação disto-palmar. Um ângulo palmar negativo pode causar uma maior tensão no TFDP e indicar uma perda substancial da integridade estrutural da área do talão (Redden, 2003). Esta é uma típica condição que afeta os cavalos com os talões escorridos, popularmente conhecidos como “achinelados”, característica esta que é a anormalidade mais encontrada nos cascos dos cavalos (Hunt, 2012). Esse ângulo pode sofrer grande variação com diferentes práticas de casqueamento. Kummer et. al. (2006) encontraram uma porcentagem de alteração do ângulo palmar de -30 a - 40% após o casqueamento.

Profundidade da sola

Profundidade da sola é medida através da distância vertical da margem distal ou ápice da falange distal até a margem da sola ou até a superfície do solo. Magalhães et.al. (2019) encontraram uma espessura de sola média de 17,4 mm ($\pm 3,9$) em éguas Campolina adultas. De acordo com Redden (2003), a profundidade da sola deve ser maior do que 15 mm de espessura, sendo 10 mm de papilas de corium solear e 5 mm de tecido ceratinizado. Já Linford et. al. (1993) encontraram um valor de 11,1 ($\pm 1,3$ mm) em equinos da raça Puro Sangue de corrida entre 4 e 9 anos de idade. Alguns autores mensuram a profundidade da sola através da região do aspecto palmar do processo palmar da falange distal, encontrando uma média um pouco maior, 23 mm (Floyd et. al., 2007). Uma espessura de sola inadequada é causa comum de lesões crônicas (Moyer, 1988).

Breakover

O breakover é a mensuração da distância horizontal entre a ponta da falange distal e a ponta do casco, é a última porção do casco a deixar o solo. Magalhães et. al. (2019) encontraram uma média de 3,08 cm ($\pm 0,44$) em éguas Campolinas adultas. Quanto maior o comprimento da pinça e mais agudo o ângulo dorsal do casco, mais tempo e força são necessários para rolar a pinça durante o passo. Com isso, há atraso do breakover e aumento da tensão exercida no tendão flexor digital profundo. O crescimento da pinça também resulta em um eixo podofalangeano quebrado para trás,

condição que também causa aumento da tensão sofrida na inserção do TFDP na falange distal (Page & Hagen, 2002). Para facilitar o breakover é preciso diminuir o comprimento da pinça ou aplicar uma ferradura que permita o rolamento da pinça (Craig et. al., 2001; O'Grady e Poupard, 2001).

A redução do breakover tem sido indicada para correção do alinhamento das falanges média e distal e, conseqüentemente, a redução das lesões associadas ao mau alinhamento. A localização do breakover pode ser manipulada com o ferrageamento, com o uso de alguns formatos específicos de ferradura ou com o próprio casqueamento em animais que não usam ferraduras (Page & Hagen, 2002). Vários métodos são utilizados como a redução da pinça do casco, a elevação dos talões, o "rolamento" da ferradura, entre outros. O "rolamento" da pinça é realizado através do desbaste da região frontal da ferradura com intuito de mover o ponto do breakover em direção palmar, possibilitando que a saída do casco do solo possa ocorrer em menor tempo e de maneira mais suave (Parks, 2016).

O ângulo palmar, profundidade de sola e breakover são invariavelmente alterados a cada casqueamento e ferrageamento devido a remoção da superfície da parede do casco e da sola (Bras & Redden, 2018).

Distância de afundamento da falange distal

A distância de afundamento da falange distal é a distância vertical medida entre o plano correspondente à região mais proximal do processo extensor da falange distal e o plano da banda coronária. Para que essa medida seja acurada, o marcador radiopaco colocado na região dorsal do casco deve iniciar no limite da parede do casco com a banda coronária. Essa distância pode variar de acordo com as características individuais, raça, tamanho do cavalo (Cripps e Eustace, 1999). Equinos normais da raça Puro Sangue apresentam em média 3,5 mm de distância, com uma variação de 0 a 10 mm (Eustace, 1990). Já em uma população de equinos com várias raças, a média encontrada foi de 4,1 mm com uma variação de -1,8 a 9,7 mm (Cripps e Eustace, 1999; Baxter, 2008). Para Redden (2003), a maioria dos equinos normais apresenta uma variação entre 0 e 15 mm. Magalhães et. al. (2014) encontraram uma média de 11,75 mm em éguas Mangalarga Marchador normais. Para éguas Campolina adultas, sem sinais de obesidade, Magalhães

et. al. (2019) encontraram uma média de 10,2 mm ($\pm 2,2$), já para éguas obesas a média foi de 12,3 mm (2,5). Para Pollitt (2008), essa distância deve ser menor do que 11 mm.

Este parâmetro é conhecido como distância de afundamento pois é uma medida utilizada para avaliar cascos de cavalos com forma severa da laminite, que cursa com o deslocamento ventral da falange distal na cápsula do casco (Luz, 2019).

Ângulo de rotação da falange distal

Segundo Pollitt (2008), as superfícies dorsais da muralha e da falange distal devem formar linhas paralelas em equinos normais. Em casos de laminite, com a fragilidade da junção entre casco e falange, forma-se um ângulo distal positivo entre essas duas linhas, que aumenta à medida que a falange se rotaciona, tracionada pelo tendão flexor profundo. O ângulo de rotação da falange distal encontrado em éguas MM por Magalhães et.al. (2014), teve média geral de $-2,5$ ($\pm 1,65$) graus de rotação da falange distal. Outros estudos também encontraram média de ângulo negativo em diferentes raças, $-1,6^\circ$ ($\pm 2,6$) em éguas Crioula (Paz et.al., 2013); $-2,87^\circ$ ($\pm 1,32$) em éguas Campolina jovens (Magalhães et.al., 2017) e $-2,53^\circ$ ($\pm 1,48$) em éguas Campolina adultas (Magalhães et.al., 2019). Todos esses trabalhos diferem do esperado ângulo zero, que caracteriza o paralelismo. Porém, corroboram com Sherlock e Parks (2013), que afirmaram que a distância na região distal entre parede do casco e falange distal pode ser menor do que na região proximal, devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo.

Comprimento da falange média

O comprimento da falange média pode ser mensurado a partir da distância entre o centro de dois círculos que representam o centro de rotação das articulações interfalângicas proximal e distal (AIP e AID) menos o raio do círculo da AIP (Craig et al., 2001). De acordo com Kummer et. al., (2006), essa mensuração não varia antes e após o casqueamento, mas existe correlação entre esse comprimento e a altura da cernelha em equinos Warmblood.

Projeção dorsopalmar/plantar

Durante a avaliação do casco na projeção dorsopalmar/plantar, basicamente o que se avalia é um conjunto de medidas que fornecem informações quanto ao equilíbrio médio-lateral do casco. Esse equilíbrio é essencial para que a recepção do casco no solo tenha as cargas de apoio distribuídas medial e lateralmente da mesma maneira. O exame do formato externo do casco é, muitas vezes, insuficiente para aferir a orientação médio-lateral das estruturas ósseas internas. Muitos cavalos possuem assimetrias na altura da coroa lateral e medial do casco, assim como no comprimento da parede lateral e medial do casco, mas estas mensurações não se correlacionam com a simetria articular da AID (Kummer et al., 2006).

Para avaliar a simetria médio-lateral do casco deve-se avaliar a articulação interfalangeana distal, distância entre a superfície solear da falange distal e o solo, medial e lateralmente; distância entre a superfície abaxial da falange distal e a parede do casco, medial e lateralmente; ângulos da parede do casco medial e lateral; distância entre a banda coronária e o solo, medial e lateral (Parks, 2007; O'Grady e Parks, 2008; Sherlock e Parks, 2013).

Equinos com boa conformação apresentam a falange distal mais simétrica possível com relação ao casco. A superfície articular da falange distal deve ser paralela ao solo; as distâncias entre superfície solear e o solo, superfície abaxial da falange distal e a parede do casco e a banda coronária e o solo devem ser similares medial e lateralmente; os ângulos entre a parede medial e lateral do casco com o solo também devem ser similares (Eggleston, 2012). Pequenas assimetrias não têm relevância clínica se o espaço articular da articulação distal estiver simétrico (Sherlock e Parks, 2013). Entretanto, grandes alterações significam um desequilíbrio médio-lateral que poderá estar relacionado a alguma patologia ou ser provocado por um casqueamento inadequado. Alguns exemplos de alterações associadas a um desequilíbrio médio-lateral incluem os cascos distorcidos, os talões atrofiados, a dor palmar crônica, as rachaduras nos talões e bulbos, a calcificação das cartilagens alares e a podridão de ranilha (Kummer et al., 2006), além da laminite (Luz, 2019).

2.3. Considerações finais

Há muitos anos diversos pesquisadores vêm estudando e discutindo o equilíbrio do casco. Sua relação com lesões e claudicação já está bem determinada. Porém, existem muitas técnicas para realizar a avaliação e correção do equilíbrio do casco, por meio de casqueamento e ferrageamento, pautadas, atualmente, na conformação, atividade física e individualidade do animal. Nenhuma técnica padrão de casqueamento e ferrageamento será capaz de gerar um equilíbrio ótimo para todos os equinos.

A avaliação do equilíbrio do casco deve ser feita por meio da visualização macroscópica do casco, imagens fotográficas, mas também por meio de imagens radiográficas, realizando medidas lineares e ângulos do estojo córneo e das estruturas internas, considerando a relação espacial entre eles.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALCH, O. et al. Hoof balance and lameness: improper toe length, hoof angle, and mediolateral balance. **The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA)**, 1995.

BACK, W.. The role of hoof and shoeing. In: Back, W., Clayton, H.M. (Eds.), **Equine locomotion**, first ed. W.B. Saunders, London, pp. 135–166, 2001.

BACK, W., PILLE, F.. The role of hoof and shoeing. In: Back, W., Clayton, H.M. (Eds.), **Equine locomotion**, sec ed. W.B. Saunders, London, pp. 147–174, 2013.

BALCH, O. K.; BUTLER, D.; COLLIER, M. A. Balancing the normal foot: hoof preparation, shoe fit and shoe modification in the performance horse. **Equine Veterinary Education**, v. 9, n. 3, p. 143-154, 1997.

BAXTER, G. Review of support limb lameness in horses. **Proc. American Association Equine Practitioners**. v.54, p.210-218, 2008.

BRAS, R. J.; REDDEN, R.. Understanding the basic principles of podiatry. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 34, n. 2, p. 391-407, 2018.

BUTLER, J. et al. Foot, Pastern, and Fetlock. **Clinical Radiology of the Horse**, 3rd edn., Wiley-Blackwell, Oxford. pp 53-187, 2008.

CALDWELL, M. N. et al. A test of the universal applicability of a commonly used principle of hoof balance. **The Veterinary Journal**, v. 207, p. 169-176, 2016. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.10.003

CALDWELL, M. N. An investigation into the use of hoof balance metrics to test the reliability of a commonly used foot trimming protocol and their association with biomechanics and pathologies of the equine digit. **Tese**, 198p. 2017.

CRABBE, B. Reading Feet. 2015. Disponível em <https://horseandrider.com/how-to/reading-horse-hooves>.

CRAIG, J.; CRAIG, M.; WELTNER, T. Quantifying conformation of the equine digit from lateromedial radiographs. **Proceedings Assoc. Equine Sports Med**, v. 21, p. 20-25, 2001.

CRAIG, J. J.; CRAIG, M. F. Hoof and Bone Morphology of the Equine Digit: Challenges to Some Common Beliefs. 2005.

CRIPPS, P.; EUSTACE, R. Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. **Equine Veterinary Journal**, v.31, p.427-432, 1999.

DYCE, K.M. Membro Torácico do Equino. In: Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G., editors. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Saunders. Rio de Janeiro, tradução da 4 ed., p.586-623, 2010.

DYSON, S. J. et al. External characteristics of the lateral aspect of the hoof differ between non-lame and lame horses. **The Veterinary Journal**, v. 190, n. 3, p. 364-371, 2011.

ELIASHAR, E.; MCGUIGAN, M.; WILSON, A. Relationship of foot conformation and force applied to the navicular bone of sound horses at the trot. **Equine Veterinary Journal**. v.36, p.431-435, 2004.

ELIASHAR, E. The Biomechanics of the Equine Foot as it Pertains to Farriery. **Vet Clin Equine**. v. 28, p. 283-291, 2012.

EUSTACE, R. **Equine laminitis**. In Practice, v.12, p.156-161, 1990.

FLOYD, A.E.; MANSMANN, R.A. **Equine Podiatry**. Saunders, 2007, p.480.

HEYMERING, H. O ângulo adequado do casco (on-line). Disponível em: www.thorobred.com.br. 2002.

KATZ, L.M.; BAILEY, S.R. A review of recent advances and current hypotheses on the pathogenesis of acute laminitis. **Equine Veterinary Journal**, v.44, p.752–761, 2012.

KUMMER, M. et al. Evaluation of a standardised radiographic technique of the equine hoof: Evaluation einer standardisierten Röntgentechnik zur Untersuchung des Pferdehufes. **Schweizer Archiv für Tierheilkunde**, v. 146, n. 11, p. 507-514, 2004.

KUMMER, Martin et al. The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses. **The Veterinary Journal**, v. 172, n. 1, p. 58-66, 2006.

KUMMER, Martin et al. Comparison of the trimming procedure of six different farriers by quantitative evaluation of hoof radiographs. **The Veterinary Journal**, v. 179, n. 3, p. 401-406, 2009.

LINFORD, R.L.; O'BRIEN, T.R.; TROUT, D.R. Qualitative and morphometric radiographic findings in the distal phalanx and digital soft tissues of sound Thoroughbred racehorses. **American Journal of Veterinary Research**, v.54, p.38-51, 1993.

LUZ, D.V. Efeito do intervalo entre ferrageamentos em mensurações radiográficas dos cascos dos membros torácicos de equinos hígidos da raça crioula. **Dissertação de mestrado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

MAGALHÃES, J. F. et al. Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1023-1032, 2014.

MAGALHÃES, J. F. et al. Relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal em éguas Campolina adultas com e sem obesidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1773-1780, 2019.

MELO, U. P. et al. Incidência de contração dos talões em eqüinos submetidos à prova de vaquejada. In: **CONFERÊNCIA SUL-AMERICANA DE MEDICINA VETERINÁRIA**, 3., Rio de

Janeiro, 2003. Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, v. 23, n. 1 (suppl.), p. 199-200, 2003.

DE MELO, U. P. et al. EQUILÍBRIO DO CASCO EQÜINO—UMA REVISÃO. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 389-398, 2006. Recuperado de <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/868>

MOLEMAN, M. et al. Accuracy of hoof angle measurement devices in comparison with digitally analysed radiographs. **Equine Veterinary Education**, v. 17, n. 6, p. 319-322, 2005.

MOLEMAN, M. et al. Hoof growth between two shoeing sessions leads to a substantial increase of the moment about the distal, but not the proximal, interphalangeal joint. **Equine Veterinary Journal**. v. 38, p. 170 – 174, 2006.

MORGAN, S.J.; GROSENBAUGH, D.A.; HOOD, D.M. The pathophysiology of chronic laminitis. Pain and anatomic pathology. **Veterinary Clinics of North American: Equine Practice**, v.15, p.395-417, 1999.

MOYER, W. Chronic subsolar bruising. In: **Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners**,34, 1988, San Diego. Proceedings... Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1989. p. 333-335.

MOON, G. “Hoof mapping – guide or rule?” – The accuracy of using external landmarks to localise internal structures in the equine hoof. **Dissertação AWCF**. 2019.

O’GRADY, S.E. Basic Farriery for the performance horse. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v. 24, n. 1, p. 203-218, 2008.

O’GRADY, S. E.; POUPARD D. A. Physiological horseshoeing: an overview. **Equine Veterinary Education**, v. 13, n. 16, p. 330-334, 2001.

O’GRADY S. E.; POUPARD D. A. Proper physiologic horseshoeing. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 333-351, 2003.

O’GRADY, S.E.; PARKS, A.H. Farriery options for acute and chronic laminitis. **Proc. American Association Equine Practitioners**, v.54, p.354-363, 2008.

PAGE, B.T.; HAGEN, T.L. Breakover of the hoof and its effect on structures and forces within the hoof. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 22, n. 6, p. 258 - 264, 2002.

PARKS, Andrew. Form and function of the equine digit. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 285-307, 2003.

PARKS, A.H.; O'GRADY, S.E. Chronic laminitis: current treatment strategies. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v.19, p.393-416, 2003.

PARKS, A. Patterns of displacement of the distal phalanx and its sequelae. In: Proceedings of 46th British Equine Veterinary Association Congress, **Equine Veterinary Journal**, Newmarket. p 204-205, 2007.

POLLITT, Christopher C. **Equine laminitis: current concepts**. Rural Industries Research and Development Corporation, 116p., 2008.

REDDEN, R. F. Hoof capsule distortion: understanding the mechanisms as a basis for rational management. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 443-462, 2003.

REDDEN, R. F. A. Identifying and treating negative palmar angle. In: **Depth equine podiatry symposium notes**. 2010. Disponível em: <
[http://www.nanric.com/identifying_negative%20 palmar angle.html](http://www.nanric.com/identifying_negative%20palmar_angle.html)>

ROCHA, Jairo Vargas et al. Evaluating the measuring software package Metron-PX for morphometric description of equine hoof radiographs. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 24, n. 8, p. 347-354, 2004.

RUSSELL, W.. **Scientific Horseshoeing**. First Ed. Robert Clark and Co., Cincinnati, OH, USA, 1897.

SHERLOCK, C.; PARKS, A. Radiographic and radiological assessment of laminitis. **Equine Veterinary Education**, v.25, n.10, p.524-535, 2013.

SMITH, S.S. et al. Is there an association between distal phalanx angles and deep digital flexor tendon lesions?. **Proc. American Association Equine Practitioners**, v.50, p.328-331, 2004.

STASHAK, T. S. et al.. Trimming and shoeing for balance and soundness. In: STASHAK, T.S. **Adams' lameness in horses**. 5. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 1081-1142.

MOORE M. UNIVERSITY OF GEORGIA. **The Glass horse: Elements of the Equine Distal Limb: interactive CD & Supplemental Text**. University of Georgia, 2004.

THIEME, K.; EHRLE, A.; LISCHER, C. Radiographic measurements of the hooves of normal ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 206. p. 332-337, 2015.

SNOW, V. E.; BIRDSALL, D.P. Specific parameters used to evaluate hoof balance and support. In: **AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONER ANNUAL CONVENTION**, 38; 1992, Orlando. Proceedings... Orlando: AAEP, 1993. p. 299-311.

TURNER, T. A.; STORK, C. Hoof abnormalities and their relation to lameness. In: **ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION EQUINE PRACTITIONERS**, 34., San Diego, 1988. Proceedings... San Diego: AAEP, 1988. p. 293-297.

WELLER, R. et al. The effect of conformation on orthopaedic health and performance in a cohort of National Hunt racehorses: preliminary results. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. 7, p. 622-627, 2006.

WHITE, J. M. et al. Diagnostic accuracy of digital photography and image analysis for the measurement of foot conformation in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 40, n. 7, p. 623-628, 2008.

WILSON, G. H.; MCDONALD, Kirsty; O'CONNELL, M. J. Skeletal forelimb measurements and hoof spread in relation to asymmetry in the bilateral forelimb of horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, n. 3, p. 238-241, 2009.

XAVIER, V. F. et al. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 672-680, 2014.

ARENA, I. et al. Assessment of horses' welfare: Behavioral, hormonal, and husbandry aspects. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 41, p. 82-90, 2021.

AWIN. AWIN Welfare Assessment Protocol for Horses. 2015. Available online: <https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/269097/384836/AWINProtocolHorses.pdf>

BRAMBELL, F. W. R. Report on the Technical Committee to enquire into the welfare of livestock kept under intensive conditions. **Her Majesty's Stationary Office: London, UK**, 1965.

British Horse Society. (2010) The Health Benefits of Riding in the UK. Available at: <http://www.bhs.org.uk/enjoy-riding/health-benefits>

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British veterinary journal**, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.

CAMPBELL, M. L. H. Freedoms and frameworks: How we think about the welfare of competition horses. **Equine veterinary journal**, v. 48, n. 5, p. 540-542, 2016. COELHO, C. S. et al. Heart rate monitoring in Mangalarga Marchador horses during a field Marcha Test. **Journal of equine veterinary science**, v. 79, p. 50-53, 2019.

COELHO, C. S. et al. How Much Energy Vaquejada Horses Spend in a Field Simulation Test?. **Animals**, v. 11, n. 12, p. 3421, 2021.

COLEMAN, G. J. et al. Training to improve stockperson beliefs and behaviour towards livestock enhances welfare and productivity. **Rev. Sci. Tech**, v. 33, p. 131-137, 2014.

CORREA, M. G. et al. Welfare benefits after the implementation of slow-feeder hay bags for stabled horses. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 38, p. 61-66, 2020.

DENTON, D. A. et al. The role of primordial emotions in the evolutionary origin of consciousness. **Consciousness and cognition**, v. 18, n. 2, p. 500-514, 2009.

DITTRICH, J. R. et al. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 130-137, 2010.

FRICK, L.; SCHWARZWALD, C.C.; MITCHELL, K. J. The use of heart rate variability analysis to detect arrhythmias in horses undergoing a standard treadmill exercise test. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 33, n. 1, p. 212-224, 2019.

GAMA, J. A. N. et al. Serum aspartate aminotransferase and creatine kinase concentrations and plasma lactate in Mangalarga Marchador horses after physical exercise. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 6, p. 480-486, 2012.

GONTIJO, L. D.'A. et al. Bem-estar em equinos de policiamento em Curitiba/PR: indicadores clínicos, etológicos e ritmo circadiano do cortisol. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1272-1276, 2014.

GONTIJO, L. A. et al. Bem-estar em equinos do Jockey Club do Paraná: indicadores clínicos, etológicos e ritmo circadiano do cortisol. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 1720-1725, 2018.

GREEN, T. C.; MELLOR, DAVID J. Extending ideas about animal welfare assessment to include 'quality of life' and related concepts. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 59, n. 6, p. 263-271, 2011.

HAUSBERGER, M. et al. A review of the human–horse relationship. **Applied animal behaviour science**, v. 109, n. 1, p. 1-24, 2008.

HUNKA, M. M. et al. Heart rate and velocity in vaquejada horses during field tests. **Comparative exercise physiology**, v. 13, n. 1, p. 25-30, 2017.

LARANJEIRA, P. V. E. H. et al. Perfil e distribuição da síndrome cólica em eqüinos em três unidades militares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1108-1115, 2009.

LEAL, B. B.. **Avaliação do bem-estar dos equinos de cavalaria da Polícia Militar de Minas Gerais: Indicadores etológicos, endocrinológicos e incidência de cólica. 2007. 61f.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, MG.

LEAL, B. B. et al. Cortisol circadian rhythm ratio: a simple method to detect stressed horses at higher risk of colic?. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, n. 4, p. 188-190, 2011.

LOPES, K. R. F. et al. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 538-543, 2009.

MAIN, D.C.J. Application of welfare assessment to commercial livestock production. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v. 12, n. 2, p. 97-104, 2009.

MARQUES, D. P.; PESSOA, M. S.; PESSOA, F. O. A.. Manejo zootécnico e comportamental de cavalos estabulados em uso militar. **Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa**, v. 14, n. 3, p. 5074-5084, 2017.

MCGREEVY, P. D.; FRENCH, N. P.; NICOL, C. J. The prevalence of abnormal behaviours in dressage, eventing and endurance horses in relation to stabling. **The Veterinary Record**, v. 137, n. 2, p. 36-37, 1995.

MCNAMEE, M.. **Sport, medicine, ethics**. Routledge, 2014.

MELLOR, D.J.; REID, C.S.W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In *Improving the Well-Being of Animals in the Research Environment*; Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching: Glen Osmond, Australia, 1994; pp. 3–18.

MELLOR, D. J. Positive animal welfare states and encouraging environment-focused and animal-to-animal interactive behaviours. **New Zealand veterinary journal**, v. 63, n. 1, p. 9-16, 2015a.

MELLOR, D. J. et al. Extending the 'Five Domains' model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. **Anim. Welf**, v. 24, n. 3, p. 241, 2015b.

MELLOR, D. J. Enhancing animal welfare by creating opportunities for positive affective engagement. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 63, n. 1, p. 3-8, 2015c.

MELLOR, D. J. Updating animal welfare thinking: Moving beyond the "Five Freedoms" towards "a Life Worth Living". **Animals**, v. 6, n. 3, p. 21, 2016.

PAGAN, J. D. et al. Intensity of exercise during early-season competition in three-day-event horses assessed using KER ClockIt Sport smartphone application. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 100, n. 52, p. 67, 2017.

PAGLIOSA, G. M. et al. Estudo epidemiológico de estereotípias em equinos de cavalaria. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 2, 2008.

SCHMIDEK, A.. Otimizando o desempenho e o bem-estar de equinos usados em atividades esportivas. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 2, 2018.

SERRANO, M. G.; EVANS, D. L.; HODGSON, J. L. Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation for eventing competition. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. S34, p. 135-139, 2002.

SUWAŁA, M. et al. A desired profile of horse personality—A survey study of Polish equestrians based on a new approach to equine temperament and character. **Applied animal behaviour science**, v. 180, p. 65-77, 2016.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2016.04.011>

VEIT, W.; BROWNING, H.. Perspectival pluralism for animal welfare. **European Journal for Philosophy of Science**, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2021. doi:10.1007/s13194-020-00322-9

VIEIRA, A. R. A. **Prevalência e desgaste anormal dos dentes incisivos e incidência de cólica em eqüinos estabulados apresentando distúrbios de comportamento: Análise de um total de 407 equinos**. 2006. Dissertação Mestrado, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

WEBSTER, J. Assessment of animal welfare: The five freedoms. **Animal Welfare: A Cool Eye Towards Eden; Blackwell Science: Oxford, UK**, p. 10-14, 1994. WEBSTER, J. International standards for farm animal welfare: Science and values. **Vet. J.**, 198, p. 3–4, 2013.

WELFARE QUALITY, R. Welfare Quality® assessment protocol for cattle. **Lelystad: Welfare Quality R Consortium**, 2009.

WELFARE QUALITY, R. Welfare Quality® assessment protocol for pigs. **Lelystad: Welfare Quality R Consortium**, 2009b. WELFARE QUALITY, R. Welfare Quality® assessment

protocol for poultry. **Lelystad: Welfare Quality R Consortium**, 2009c. World Organisation for Animal Health (Office International des Épizooties, OIE), 2012. Terrestrial Animal Health Code, 21st Ed. OIE, Paris, France. <http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code/access-online/>

WORLD HORSE WELFARE AND EUROGROUP FOR ANIMALS. Removing the blinkers: the health and welfare of European equidae in 2015. 2015. Available at: <http://www.worldhorsewelfare.org/Removing-the-Blinkers>

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DOS EQUINOS E ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

O Objetivo desse capítulo é mostrar como foi criado o banco de dados para a realização desse trabalho.

O estudo teve como base um banco de dados decorrente de uma parceria firmada com a Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) que permitiu o exame de equinos de ambos os sexos e diversas faixas etárias participantes das Exposições Nacionais da raça em 2011, 2017 e 2018. Para esta coleta de dados, os proprietários assinaram um termo de autorização e sigilo de acordo instruções do CEUA/UFMG. Protocolo CEUA 22/2017.

Características do banco de dados

No banco de dados da Exposição Nacional da raça em 2011 constam 82 equinos. Os dados obtidos para cada animal foram: sexo, idade, peso, altura, ECC, escore de pescoço, comprimento de pescoço, diâmetro de pescoço a 75% do comprimento e exame radiográfico lateromedial do casco do membro torácico direito (MTD) (EcoRay CO., Ltd 1060HF – Korea).

No banco de dados da Exposição Nacional da raça em 2017 constam 36 equinos. Os dados obtidos para cada animal foram: sexo, idade, categoria de competição, tipo de andamento (marcha batida ou picada). Além disso, foram feitos exames radiográficos dos cascos dos membros torácicos na projeção lateromedial e dos boletos dos membros torácicos nas projeções lateromedial, dorsopalmar e oblíquas a 45° (EcoRay CO., Ltd 1060HF – Korea). Exame ultrassonográfico longitudinal e transversal da origem, inserção e ramos do ligamento suspensor do boleto dos membros torácicos também foram realizados, utilizando o aparelho SonoSite M Turbo com probe linear de 10 MHz.

No banco de dados da Exposição Nacional da raça em 2018 constam 50 equinos. Os dados obtidos para cada animal foram: sexo, idade, peso, altura, ECC, escore de pescoço, comprimento do pescoço, diâmetro do pescoço a 25, 50 e 75% do comprimento do pescoço, categoria de competição, tipo de marcha. Além disso, foram feitos exames radiográficos dos cascos dos membros torácicos na projeção lateromedial

e dos boletos dos membros torácicos e pélvicos nas projeções lateromedial, dorsopalmar e oblíquas a 45°. O aparelho de raio X utilizado foi EcoRay CO., Ltd 1060HF – Korea, o qual é dotado de distanciador com iluminação laser. As exposições foram realizadas sempre com 80Kv e 2,5mAs. Exame ultrassonográfico longitudinal e transversal da origem, inserção e ramos do ligamento suspensor do boleto dos membros torácicos também foram realizados, utilizando o equipamento AX8 VET (ABLA import) com probe linear de 10 MHz.

As avaliações realizadas nas três diferentes edições da exposição seguiram os mesmos critérios. Para aferição do peso e altura dos animais foram utilizados fita de pesagem e hipômetro (WalMur Instrumentos Veterinários). O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado de acordo com Henneke et al. (1983), que varia de 1 a 9 (1= animal emaciado e 9= animal extremamente obeso). A deposição de gordura na crista do pescoço (EP), conforme descrita por Carter et al. (2009), varia de 0 a 5 (0 = crista não visível nem palpável e 5 = crista tão grande que inclina-se permanentemente para um dos lados). Medidas da circunferência do pescoço foram tomadas em três alturas diferentes em relação ao comprimento total do pescoço, com auxílio de fita métrica, segundo metodologia prévia (Frank et al., 2006). Essas medidas iniciam-se em pontos dorsais que correspondem a 25%, 50% e 75% desse comprimento.

As imagens radiográficas foram obtidas por projeções lateromedial do casco dos membros torácicos e projeções lateromedial, dorsopalmar e oblíquas a 45° da região do boleto dos membros torácicos e pélvicos, de maneira padronizada. Para a realização do exame radiográfico do casco, ambos os membros torácicos foram posicionados sobre dois blocos de madeira, de igual altura, e para possibilitar a identificação radiográfica da superfície dorsal da parede do casco e do plano da banda coronária, um fio metálico de comprimento conhecido foi aderido à superfície dorsal da pinça do casco, com sua extremidade proximal sempre coincidindo com o plano da banda coronária.

Avaliações radiográficas e ultrassonográficas

Análises das projeções lateromediais do casco foram realizadas após avaliação da repetibilidade das mensurações, com objetivo de determinar a relação espacial entre

estojo córneo e falange distal e entre o metacarpo e a primeira falange e, também, o objetivo de identificar possíveis alterações radiográficas.

As mensurações foram feitas através do programa computacional Metron Hoof-Pro4. O comprimento do marcador radiopaco foi utilizado para corrigir o fator de ampliação. De acordo com o programa Metron Hoof-Pro4 e conforme descrito por Thrall (2002) e Pollitt (2008), foram obtidas as medidas para as seguintes variáveis: distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal (CORF3), ângulo palmar (ANGPAL), profundidade ou espessura de sola (PROFSOL), ângulo da parede dorsal do casco (ANGPINÇA), ângulo do talão (ANGTAL), distâncias entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco, proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D), suporte de pinça (SUPPINÇA), ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID), ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP), comprimento da falange média (COMPF2), ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL), ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco (ANGROT) e breakover (Fig. 7).

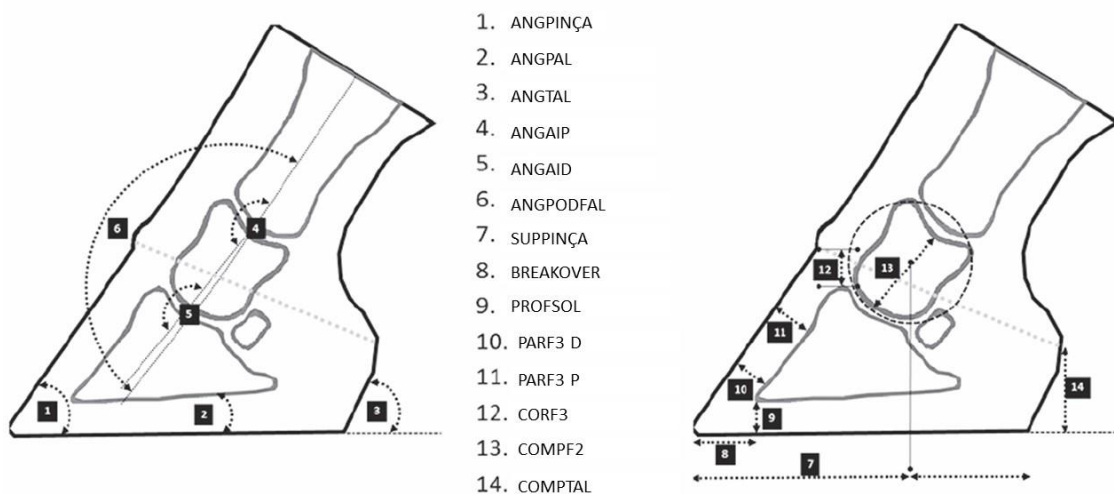


Figura 7. Representação esquemática das medidas de casco, adaptada de Drumond et al. (2016). ANGPINÇA: ângulo da parede dorsal do casco; ANGPAL: ângulo palmar; ANGTAL: ângulo do talão; ANGAIP: ângulo da articulação interfalangeana proximal; ANGAID: ângulo da articulação interfalangeana distal; ANGPODFAL: ângulo do eixo podofalangeano; SUPPINÇA: suporte de pinça; PROFSOL: profundidade ou espessura de sola; PARF3 D: distância entre a superfície dorsal

da falange distal e da parede do casco, distal; PARF3 P: distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco, proximal; CORF3: distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal; COMPF2: comprimento da falange média; COMPTAL: comprimento do talão.

As imagens radiográficas dos boletos foram obtidas por projeções lateromedial, dorsopalmar e oblíquas a 45° da região do boleto dos membros torácicos e pélvicos, de maneira padronizada. As imagens radiográficas foram analisadas por dois avaliadores com objetivo de verificar alterações características de lesões degenerativas. Os escores foram estabelecidos conforme consenso entre os dois avaliadores, de acordo com Bertoni et. al. (2020). Foram considerados os seguintes parâmetros e seus respectivos escores de graduação, de acordo com metodologia previamente descrita por Bertoni et. al. (2020) e Kirker-Head et.al. (2000): osteofitose (0-3), esclerose do osso subcondral (0-5), irregularidades ósseas (0-5), osteólise (0-1) e redução do espaço articular (0-5). Osteofitose (0 = nenhum; 1= pequeno; 2= médio; 3= grande). Esclerose do osso subcondral (0= nenhuma; 1= suspeita ou placa óssea subcondral mais densa; 2= zonas escleróticas localizadas; 3= reação esclerótica confinada, envolvendo grande parte da placa óssea subcondral; 4= esclerose se estendendo de forma desigual pela epífise; 5= extensiva esclerose envolvendo toda placa óssea subcondral e estendendo-se através da epífise). Irregularidades ósseas (0= nenhuma; 1= pequena depressão na margem subcondral, levemente irregular; 2= erosão superficial do osso subcondral sem esclerose; 3= erosão superficial do osso subcondral com zonas restritas de esclerose; 4= erosão irregular proeminente ou lise cística do osso subcondral e epífise, com ou sem esclerose; 5= severa erosão ou lesão cística estendendo-se pela epífise, com esclerose e periostite). Osteólise (0 = nenhuma; 1 = presente). Redução do espaço articular (0 = normal/ausente; 1 = leve ou orientação desigual do espaço articular; 2 = estreitamento, com espaço ainda observado entre as duas extremidades ósseas; 3 = extremidades ósseas se tocando em alguns lugares; 4 = acompanhada por esclerose subcondral; 5 = anquilose).

Ainda nas imagens radiográficas dos boletos, para avaliação dos sesamóides proximais, foi utilizada a escala de graduação específica para sesamoidite, descrita por Plevin et al. (2016):

Grau 0 – achados não significantes;

Grau 1 – canais vasculares paralelos ≤ 2 mm;

Grau 2 – um canal vascular divergente ≥ 2 mm;

Grau 3 – dois ou mais canais vasculares divergentes ≥ 2 mm;

Grau 4 – radiolucencia abaxial;

Grau 5 – alteração da borda abaxial.

As imagens ultrassonográficas foram obtidas por meio de escaneamento longitudinal e transversal da origem, inserção e ramos do ligamento suspensor do bolete dos membros torácicos, com probe linear de 10 MHz. Para avaliação ultrassonográfica (US), foi utilizada uma escala de graduação dos achados, adaptada de acordo com Plevin & McLellan (2014):

- A classificação adotada para os ramos do suspensor do bolete (LSB) foi de 0 a 4 sendo que: 0 para sem alterações, 1 para leve fragmentação de fibras com discreto aumento de volume, 2 para fragmentação de fibras com discreto aumento de volume e fibrose, 3 para fragmentação de fibras, aumento de volume com ou sem fibrose e com lesão anecogênica de 10% da área total, e 4 para fragmentação de fibras, aumento de volume com ou sem fibrose e com lesão anecogênica de mais de 10% da área.

- Para as alterações ultrassonográficas nos sesamóides utilizou-se graduação de 0 a 3 sendo que: 0 para sem alterações, 1 para leve irregularidade da borda óssea, 2 para moderada irregularidade da borda óssea com fragmentação e 3 para severa irregularidade da borda óssea com fragmentação e deformação.

- A inserção proximal do ligamento suspensor do bolete as lesões foram graduadas de 0 a 3: sendo 0 para sem alterações, 1 para discreto aumento de tamanho, 2 para aumento de tamanho significativo com fibrose, e 3 para aumento de tamanho com lesão anecogênica.

- A silhueta óssea do terceiro metacarpo na origem do ligamento suspensor do bolete foi graduada de 0 a 3 sendo: 0 (zero) para sem irregularidades, 1 para discreta

irregularidade, 2 para espessamento definido e formação de espículas ósseas, e 3 para proliferação óssea bem definida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, L. et al. An experimentally induced osteoarthritis model in horses performed on both metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints: Technical, clinical, imaging, biochemical, macroscopic and microscopic characterization. **PloS one**, v. 15, n. 6, p. e0235251, 2020.

CARTER, R. A. et al. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. **The Veterinary Journal**, v. 179, n. 2, p. 204-210, 2009.

DRUMOND, B. et al. 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, 2016.

FRANK, N. et al. Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 228, n. 9, p. 1383-1390, 2006.

HENNEKE, D. R.; POTTER, GDp; KREIDER, J. L. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. **Theriogenology**, v. 21, n. 6, p. 897-909, 1984.

KIRKER-HEAD, C. A. et al. Concentrations of substance P and prostaglandin E2 in synovial fluid of normal and abnormal joints of horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 61, n. 6, p. 714-718, 2000.

PLEVIN, S.; MCLELLAN, J. The effect of insertional suspensory branch desmitis on racing performance in juvenile Thoroughbred racehorses. **Equine veterinary journal**, v. 46, n. 4, p. 451-457, 2014.

PLEVIN, S.; MCLELLAN, J.; O'KEEFFE, T. Association between sesamoiditis, subclinical ultrasonographic suspensory ligament branch change and subsequent clinical injury in yearling Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 5, p. 543-547, 2016.

POLLITT, C. C. **Equine laminitis: current concepts**. Rural Industries Research and Development Corporation, 116p., 2008.

THRALL, D.E. (4Ed). **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. Philadelphia: Saunders, 2002. 758p.

CAPÍTULO III

ANÁLISE DESCRITIVA E COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS CORPORAIS E DE ADIPOSIDADE EM EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR DE ALTO DESEMPENHO

1. INTRODUÇÃO

Já está bem determinado que a obesidade nos equinos, que pode ser facilmente observada pela adiposidade regional, como a deposição de tecido adiposo na região da crista do pescoço, está relacionada ao maior risco de desenvolvimento de doenças metabólicas como síndrome metabólica equina (SME), resistência à insulina, doença de Cushing e laminite (Frank, 2007). Portanto, equinos atletas com maior adiposidade e/ou obesidade estão sujeitos a comprometimento do bem-estar animal (BEA), além do maior risco de encerramento precoce da carreira atlética, o que culminará em prejuízo econômico para os criadores.

Com isso o objetivo desse capítulo é fazer uma análise descritiva e comparativa das características corporais e de adiposidade, como sexo, faixa etária, peso, escore de condição corporal (ECC), escore de pescoço (EP), comprimento de pescoço (CP) e diâmetro de pescoço a 25% (D25%), 50% (D50%) e 75% (D75%) do comprimento, em equinos da raça mangalarga marchador (MM) que participaram da exposição nacional da raça, ou seja, equinos atletas de alto rendimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como base um banco de dados decorrente de uma parceria firmada com a Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM) que permitiu o exame de equinos de ambos os sexos e diversas faixas etárias participantes

das Exposições Nacionais da raça em 2011, 2017 e 2018 (Capítulo II). Para esta coleta de dados, os proprietários assinaram um termo de autorização e sigilo de acordo instruções do CEUA/UFMG. Protocolo CEUA 22/2017.

Para o presente capítulo foram considerados os equinos examinados nos anos de 2011 e 2018, uma vez que as variáveis de adiposidade não foram analisadas em 2017. As variáveis consideradas foram sexo, idade, peso, altura, ECC, escore de pescoço, comprimento de pescoço e diâmetros tomados a partir de pontos localizados a 25%, 50% e 75% da distância da nuca até a cernelha (comprimento do pescoço). Em relação a esse último parâmetro, considerou-se apenas o diâmetro a 75% no ano de 2011, uma vez que os demais não foram registrados.

As avaliações realizadas nas três diferentes edições da exposição seguiram os mesmos critérios. Para aferição do peso e altura dos animais foram utilizados fita de pesagem e hipômetro (WalMur Instrumentos Veterinários). O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado de acordo com Henneke et al. (1983), que varia de 1 a 9 (1= animal emaciado e 9= animal extremamente obeso). A deposição de gordura na crista do pescoço (EAP), conforme descrita por Carter et al. (2009), varia de 0 a 5 (0 = crista não visível nem palpável e 5 = crista tão grande que inclina-se permanentemente para um dos lados). Medidas da circunferência do pescoço foram tomadas em três alturas diferentes em relação ao comprimento total do pescoço, com auxílio de fita métrica, segundo metodologia prévia (Frank et al., 2006). Essas medidas iniciam-se em pontos dorsais que correspondem a 25%, 50% e 75% desse comprimento.

Realizou-se análise descritiva de todas as variáveis numéricas e categóricas. Para as variáveis numéricas, foram calculados os principais índices de estatística descritiva (e.g. média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, quartis). Para as variáveis categóricas foram calculadas as frequências relativas e absolutas para cada classe. As médias foram comparadas de acordo com sexo e/ou faixa etária utilizando-se o teste t de Student ou ANOVA totalmente casualizada, respectivamente, para variáveis paramétricas ou Mann-Whitney ou Kruskal Allis, respectivamente, para as não paramétricas. Foram utilizados os pacotes estatísticos R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019) e o Prism 9.3.0 (GraphPad Software LLC), considerando-se um nível de significância de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 127 animais no total, sendo 71 fêmeas (56%) e 56 machos (46%). Desses, 79 foram avaliados durante a exposição nacional da raça em 2011 e 48 em 2018. As frequências relativas e absolutas para as variáveis categóricas escore corporal e faixa etária estão apresentadas nas Figuras 8 e 9.

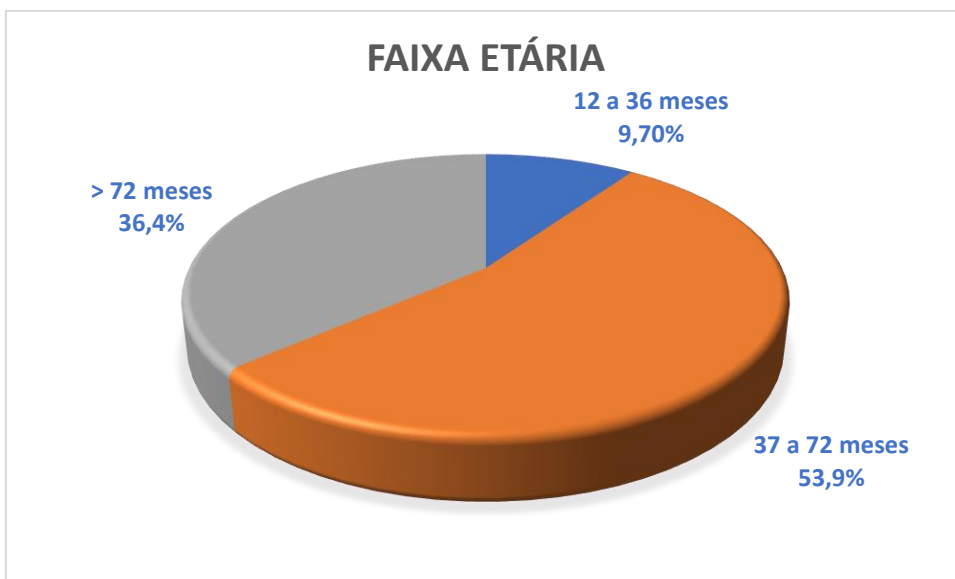


Figura 8. Percentual de animais distribuídos nas diferentes faixas etárias (12 a 36 meses, 37 a 72 meses e acima de 72 meses).

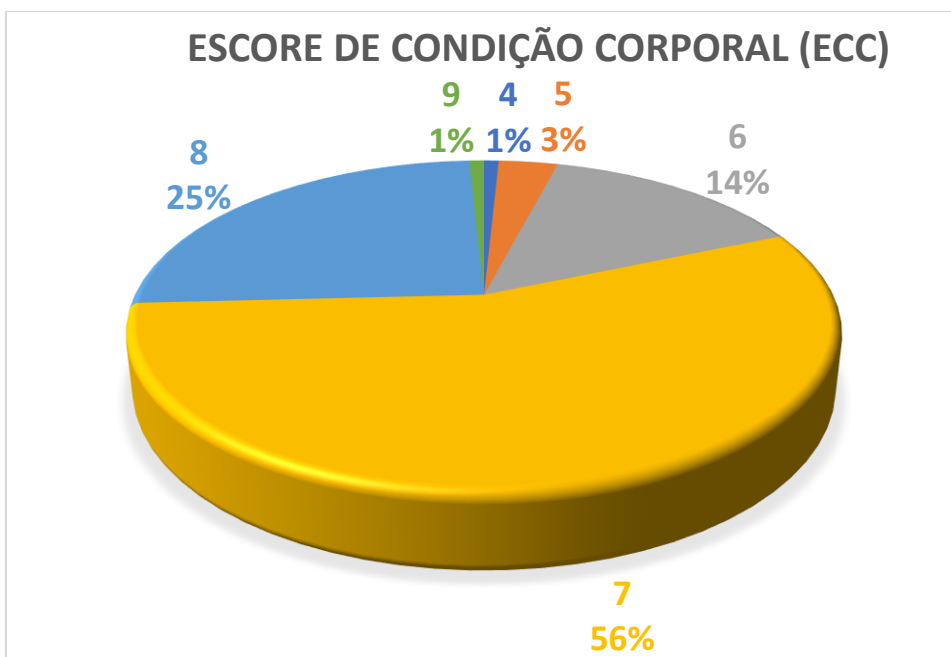


Figura 9. Percentual de animais distribuídos quanto ao escore de condição corporal (ECC) 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Os resultados das variáveis relacionadas às características corporais e de adiposidade, considerando a totalidade dos animais avaliados estão na Tabela 2 e Figura 10.

Tabela 2. Média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade, considerando a totalidade dos animais.

Variável	Média	DP	Mín	Q1	Mediana	Q3	Máx
Idade (meses)	70,96	29,76	17	48	66	84	204
ECC	6,99	0,95	4	6,5	7	8	9
Peso (kg)	420,97	37,95	290	400	413	450	520
Altura (cm)	148,23	3,85	136	145,6	148	151	158
EP	3,39	0,73	1	3	3	4	5
CP (cm)	75,87	13,32	40	73	80	84	102
D25% (cm)	81,50	5,20	72	78	80	86	94
D50% (cm)	98,48	8,23	82	92	98,5	104	122
D75% (cm)	114,95	10,87	78	108,5	116	122	136

Escore de condição corporal (ECC); escore de pescoço (EP); comprimento de pescoço (CP); diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço (D25%, D50% e D75%).

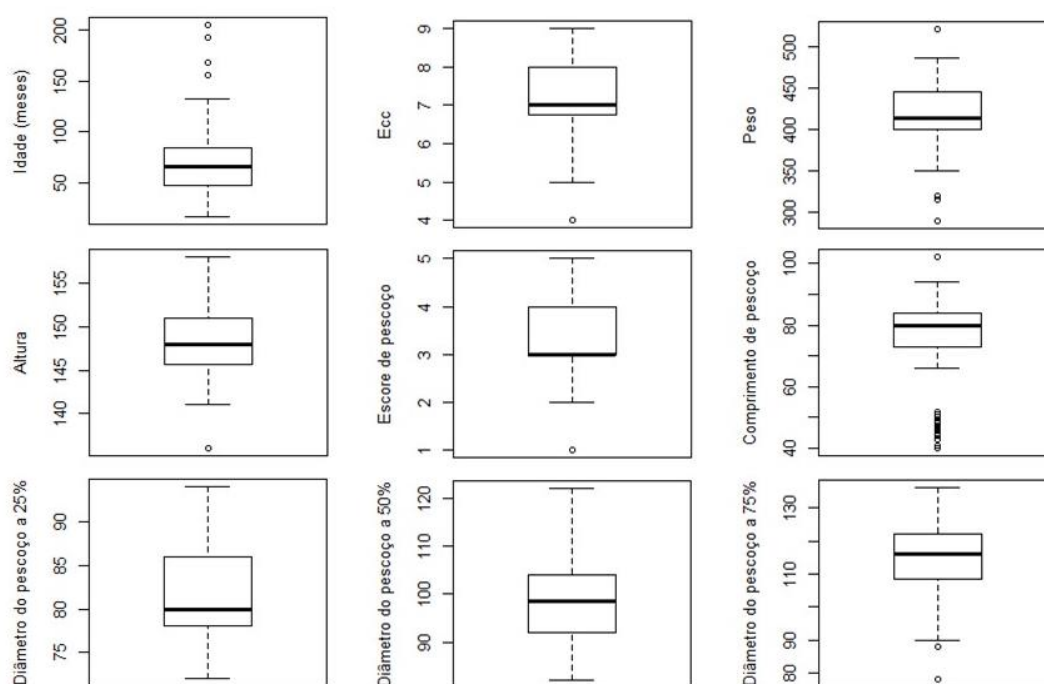


Figura 10. Média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade.

Os resultados das variáveis relacionadas às características corporais e de adiposidade, considerando o sexo estão na Tabela 3. Foram encontradas diferenças significativas ao comparar fêmeas e machos, quanto à altura ($P=0,0122$), EP ($P=<0,0001$) e diâmetro de pescoço a D25%, D50% e D75% ($P=0,0008$, $0,0018$ e $<0,0001$, respectivamente). Devido a essas diferenças com relação ao sexo, optou-se por fazer as análises considerando a faixa etária separadamente para fêmeas e machos (Tab. 4, 5, 6 e 7 e Figuras 11 e 12).

Tabela 3. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade das fêmeas e machos e o valor de P.

	<i>Fêmeas</i>								<i>Machos</i>								P
	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	
IDADE (meses)	71	72,44	29	24	54	72	84	168	56	75,59	35	18	55,5	69,5	84	204	0,5801
ECC (grau)	67	7	0,77	4	7	7	7	8	56	7,05	0,82	5	7	7	8	9	0,8424
Peso (kg)	68	422,7	34,4	320	400	420	440	520	55	412,1	34,4	290	390	413	436	486	0,0924
ALTURA (cm)	70	147,6	3,55	141	145	147	151	155	56	149,4	4,17	136	147	149	152	158	0,0122
EP (grau)	66	2,92	0,66	1	3	3	3	4	56	3,42	0,74	1	3	3	4	5	<0,0001
CP (cm)	61	69,23	15,5	40	49	74	79,5	102	52	67,88	17	41	48	78	82	90	0,6615
D25% (cm)	23	78,87	4,2	72	76	78	82	88	26	83,69	5,14	72	79,8	84	88	94	0,0008
D50% (cm)	23	94,52	7,42	82	90	92	102	108	26	101,7	7,67	84	98	102	106	122	0,0018
D75% (cm)	64	105,1	10,5	78	98	104	114	134	53	114,5	10,6	90	106	116	122	136	<0,0001

Escore de condição corporal (ECC); escore de pescoço (EP); comprimento de pescoço (CP); diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço (D25%, D50% e D75%).

Tabela 4. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade das fêmeas entre 12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses de idade.

		Fêmeas																							
		12 a 35 meses							36 a 72 meses							> 72 meses									
		N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX
ECC (grau)		4	7,5	0,58	7	7	7,5	8	8	27	7	0,78	6	6	7	7	9	24	7,04	0,91	5	7	7	8	8
Peso (kg)		4	419	22	400	400	418	439	440	27	420	27,9	368	400	413	436	486	23	406,9	33,5	316	390	413	413	461
ALTURA (cm)		4	149,5	1,3	148	148	150	151	121	27	150	3,95	143	147	150	153	157	24	149,3	3,94	142	146	149	151	158
EP (grau)		4	3	0,82	2	2,25	3	3,75	4	27	3,37	0,79	1	3	4	4	4	24	3,58	0,65	3	3	3,5	4	5
CP (cm)		4	59,67	17,6	49	49	50	80	80	26	64,71	18,2	41	46,4	71	83	90	22	72,66	15,3	48	50,8	80	82,5	88
D25% (cm)		0	-	-	-	-	-	-	-	13	84,77	5,07	78	80	84	88	94	12	83,5	4,25	78	79,3	85	86,8	90
D50% (cm)		0	-	-	-	-	-	-	-	13	103,7	8,6	88	99	102	108	122	12	101	4,39	92	98	102	104	108
D75% (cm)		4	98,75	6,19	90	92,3	101	104	104	27	114,8	10,8	95	105	118	123	136	21	118	7,74	105	111	120	122	136

Escore de condição corporal (ECC); escore de pescoço (EP); comprimento de pescoço (CP); diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço (D25%, D50% e D75%).

Tabela 5. Valor de P ao comparar as variáveis corporais e de adiposidade das fêmeas nas 3 diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).

Faixa etária	ECC (grau)	Peso (kg)	ALTURA (cm)	EP (grau)	CP (cm)	D75% (cm)
12 a 36 x 37 a 72	0,5793	0,9979	0,9721	0,8456	0,8775	0,0069
12 a 36 x >72	0,9792	0,7413	0,9945	0,5276	0,4333	0,0014
37 a 72 x >72	>0,9999	0,2862	0,8064	>0,9999	0,2483	0,4903

Escore de condição corporal (ECC); escore de pescoço (EP); comprimento de pescoço (CP); diâmetro de pescoço a 75% do comprimento do pescoço (D75%).

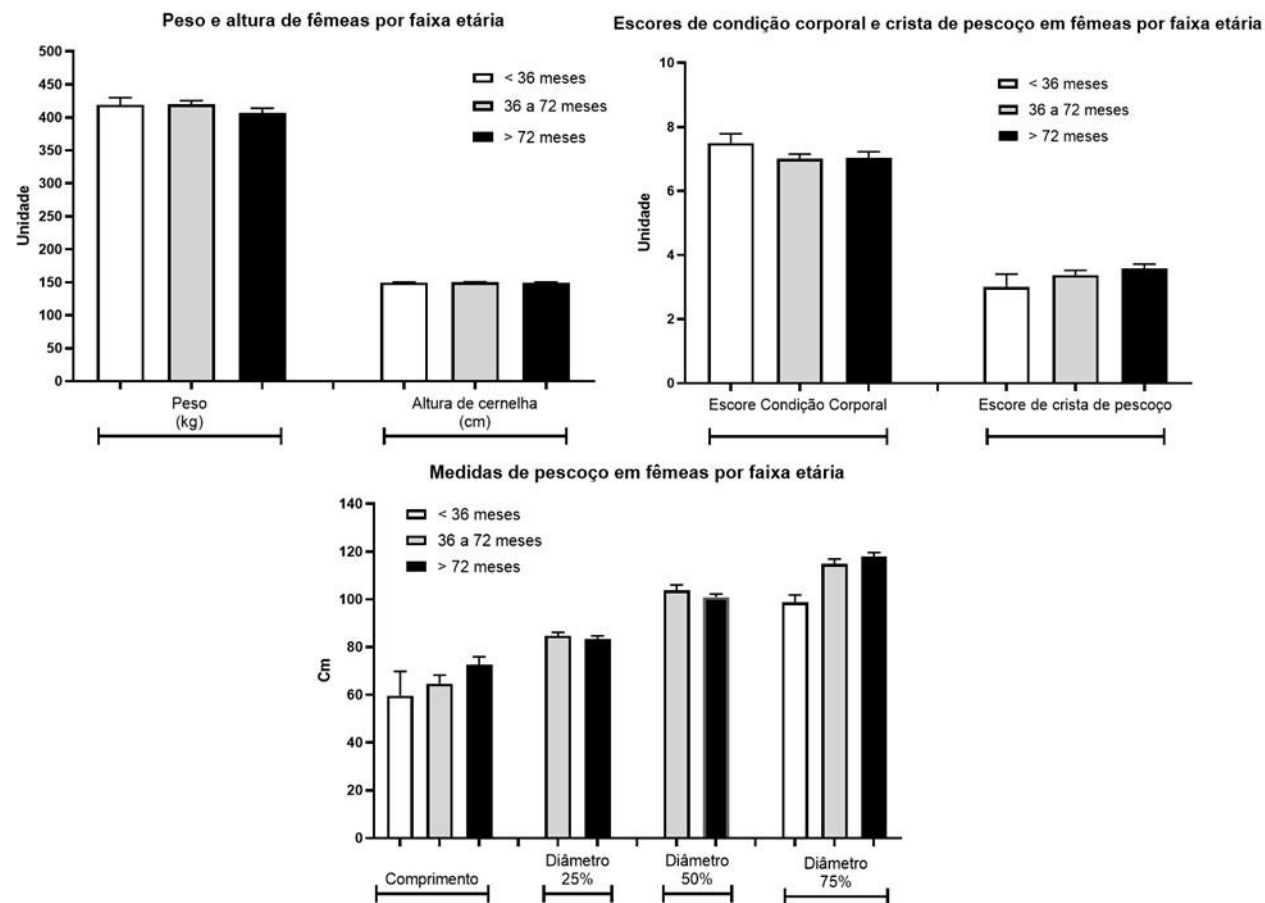


Figura 11. Peso, altura, escore de condição corporal (ECC), escore de crista de pescoço (EP), comprimento de pescoço, diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço de fêmeas, por faixa etária.

Tabela 6. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das variáveis corporais e de adiposidade dos machos entre 12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses de idade.

	Machos																							
	12 a 35 meses								36 a 72 meses								> 72 meses							
	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	MÉDIA	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX
ECC (grau)	5	6,8	0,45	6	6,5	7	7	7	39	7,04	0,69	5	7	7	7	8	23	7	0,95	4	7	7	8	8
Peso (kg)	5	368,2	35,8	320	335	368	402	413	40	423,1	28,5	350	400	420	440	470	23	433,7	33,4	370	413	436	450	520
ALTURA (cm)	5	142,9	1,05	142	142	142	144	144	42	148,2	3,57	141	145	148	151	155	23	147,6	3,11	143	146	147	151	154
EP (grau)	5	2,6	0,55	2	2	3	3	3	38	2,92	0,63	2	2,75	3	3	4	23	3	0,74	1	3	3	3	4
CP (cm)	5	57	18,4	40	43	46	77	78	37	70,68	13,7	44	68,5	75	80	94	19	69,63	17,5	43	49	73	80	102
D25% (cm)	2	78	8,49	72	72	78	84	84	12	78,75	3,82	74	76,3	78	80,8	88	9	79,22	4,38	73	75,5	78	84	86
D50% (cm)	2	92	2,83	90	90	92	94	94	12	92,42	6,63	82	86,5	92	97,8	104	9	97,89	8,31	90	90	93	107	108
D75% (cm)	5	95,5	13,8	78	84	96	107	116	37	105	8,83	88	98	104	112	155	22	107,3	11,6	88	98	106	115	134

Escore de condição corporal (ECC); escore de pescoço (EP); comprimento de pescoço (CP); diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço (D25%, D50% e D75%).

Tabela 7. Valor de P ao comparar as variáveis corporais e de adiposidade dos machos nas 3 diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).

<i>Faixa etária</i>	<i>ECC (grau)</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>ALTURA (cm)</i>	<i>EP (grau)</i>	<i>CP (cm)</i>	<i>D25% (cm)</i>	<i>D50% (cm)</i>	<i>D75% (cm)</i>
<i>12 a 36 x 37 a 72</i>	>0,9999	0,0010	0,0031	0,8719	0,1560	0,9729	0,9969	0,1391
<i>12 a 36 x >72</i>	>0,9999	0,0002	0,0136	0,5139	0,2377	0,9328	0,5594	0,0631
<i>37 a 72 x >72</i>	>0,9999	0,2878	0,7669	>0,9999	0,9684	0,9678	0,2233	0,6911

Escore de condição corporal (ECC); escore de pescoço (EP); comprimento de pescoço (CP); diâmetro de pescoço a 75% do comprimento do pescoço (D75%).

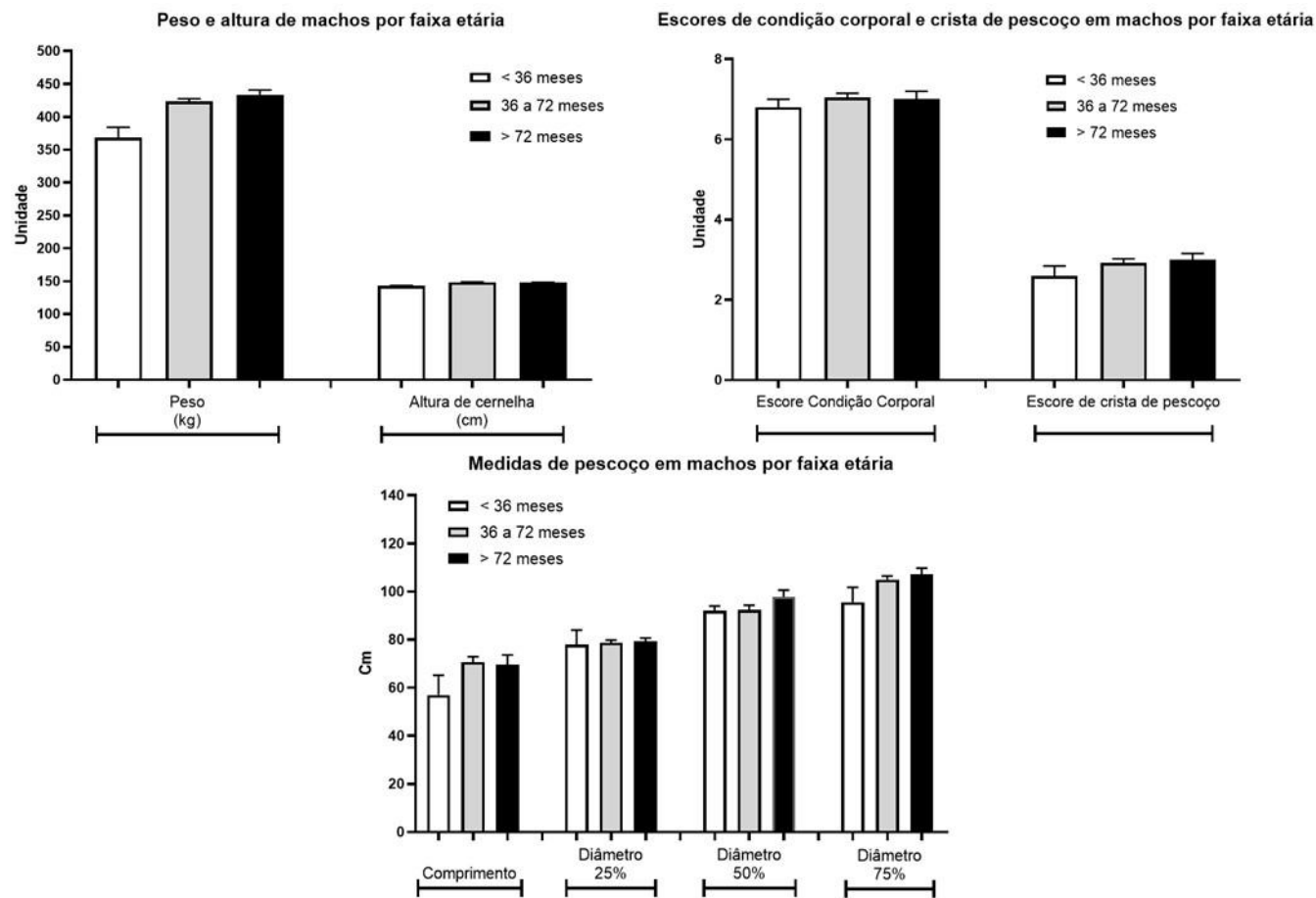


Figura 12. Peso, altura, escore de condição corporal (ECC), escore de crista de pescoço (EP), comprimento de pescoço, diâmetro de pescoço a 25%, 50% e 75% do comprimento do pescoço de machos, por faixa etária.

Com relação à faixa etária, a maioria dos animais avaliados estavam na faixa etária acima de 36 meses, totalizando 53,9% (Fig. 8). Apesar disso, de acordo com Garcia et. al. (2009), a participação de equinos jovens, entre 12 e 36 meses, é comum nas exposições nacionais de raças como MM, Mangalarga Paulista e Campolina. Em animais jovens, principalmente, o exercício associado ao sobrepeso pode gerar um maior risco de desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas devido a incompleta maturação óssea e menor resistências às forças de compressão (Amaral et.al., 2017).

A avaliação do ECC é um método bastante utilizado e aceitável para avaliação da adiposidade global nos equinos (Carter et. al., 2009). No presente estudo os animais, em sua totalidade, apresentaram, em média, ECC de 6,99 ($\pm 0,95$) (Tab. 2). Não houve diferença estatística ao comparar fêmeas e machos e as diferentes faixas etárias (Tab. 3 a Tab. 7). Porém, é importante ressaltar que 26% dos animais avaliados estavam com ECC entre 8 e 9 (Figura 9). Um estudo realizado com 36 éguas MM, classificou 18 éguas com escore de 5 a 6 como sem sinais de obesidade e 18 éguas com escore 7 a 8 como sobrepeso (Magalhães et. al., 2014). Outros estudos, avaliando outras raças nacionais, classificaram éguas da raça Crioula (Paz et.al., 2013), éguas Campolina jovens e adultas (Magalhães et.al., 2017; Magalhães et.al., 2019) com ECC de 8 e 9 como obesas e escores iguais ou menores que 7, como animais sem sinais de obesidade. A população de éguas Campolina jovens avaliadas por Magalhães et. al. (2017) apresentou 63,64% (14 éguas obesas, ECC 8 e 9, e 8 éguas com ECC até 7) das éguas com obesidade. Enquanto vinte e sete éguas Campolina adultas, avaliadas por Magalhães et. al. (2019), 51,85% (14) apresentavam obesidade (ECC 8 e 9).

Isso mostra que, de maneira geral, a população de equinos MM estudada, animais atletas de alto rendimento, estão apresentando maior adiposidade, estando muito próximos ao limite da obesidade. Além disso, 25,6% da população estudada, já apresentam obesidade.

De acordo com a Organização Mundial De Saúde (OMS), o sobrepeso e a obesidade podem ser definidos como acúmulo excessivo de gordura, a qual apresenta risco para a saúde. A prevalência estimada de obesidade em equinos, em países desenvolvidos, é de aproximadamente 19% a 40% da população de equinos (Geor, 2008; Thatcher et al. 2012).

Quanto ao peso e altura, foi encontrado média de 420,97 kg ($\pm 37,95$) e 148,23 cm ($\pm 3,85$), respectivamente (Tab. 2). Ao comparar fêmeas e machos (Tab. 3 e 4), não houve diferença estatística quanto ao peso, porém foi encontrado diferença significativa com relação à altura ($P=0,0122$), sendo os machos mais altos do que as fêmeas. Ao comparar os animais nas diferentes faixas etárias, não houve diferença estatística com relação as fêmeas, porém, encontrou-se diferença significativa ao comparar a altura dos machos de 12 a 35 meses com os de 36 a 27 meses ($P=0,0031$) e com os acima 72 meses ($P=0,0136$). Essa diferença pode ser justificada pela fase de crescimento dos animais jovens. Magalhães et.al. (2014) encontraram média de peso de 432 kg (± 39) e altura 148 cm ($\pm 0,04$) para uma população de 36 éguas MM entre 4 e 20 anos de idade. A altura ideal, segundo a Associação Brasileira de Criadores do Cavalos Mangalarga Marchador, para os machos é 152 cm, admitindo-se para o registro definitivo mínima de 147 cm e máxima de 157 cm, e para as fêmeas, 146 cm, admitindo-se para o registro definitivo mínima de 140 cm e máxima de 154 cm. Esses resultados indicam que criadores de equinos MM vem mantendo um padrão racial de peso e altura bastante próximos ao longo dos anos, até mesmo devido às regras para registro dos animais.

O escore de pescoço (EP) e as circunferências do pescoço (a D25%, D50% e D75% do comprimento do pescoço) são medidas utilizadas para verificação de adiposidade regional em cavalos (Frank et.al., 2006; Carter et.al., 2009). Na população de equinos MM estudada, a média geral do EP foi de 3,39 ($\pm 0,73$), D25% 81,50 cm ($\pm 5,20$), D50% 98,48 cm ($\pm 8,23$) e D75% 114,95 cm ($\pm 10,87$) (Tab. 2). Ao comparar fêmeas e machos, houve diferença significativa para EP e as circunferências do pescoço (25%, 50% e 75%) ($P < 0,0001$; $P = 0,0008$; $P = 0,0018$; $P < 0,0001$, respectivamente), sendo maior a adiposidade nessas regiões em machos quando comparados com as fêmeas (Tab. 3). Não houve diferença estatística ao comparar machos nas diferentes faixas etárias (Tab. 6 e 7), porém, as fêmeas mais jovens (12 a 35 meses) apresentaram menor adiposidade na região da crista do pescoço do que as fêmeas de 36 a 72 meses ($P = 0,0069$) e as acima de 72 meses ($P = 0,0014$) (Tab. 4 e 5). Essa menor adiposidade nas fêmeas mais jovens pode ser justificada pela fase de desenvolvimento corporal.

Magalhães et.al. (2014) encontraram média de EP 2 ($\pm 0,48$), D25% 74 cm (± 2), D50% 94 cm (± 5) e D75% 121 cm (± 4) para éguas MM sem adiposidade e, para éguas MM obesas

EP 3,33 ($\pm 0,48$) D25% 78 cm (± 4), D50% 100 cm (± 5) e D75% 122 cm (± 5). De forma semelhante, éguas Campolina obesas, jovens e adultas, apresentaram EP acima de 3 (Magalhães et.al., 2017; Magalhães et.al., 2019). Corroborando ainda com esses achados, foram encontradas correlações significativas entre teor de insulina e EP e ECC em éguas da raça Crioula (Paz et al., 2013).

Para Walsh et al. (2009), a pontuação para adiposidade da crista do pescoço foi acima de 3 em todos os cavalos com SME e em metade dos cavalos com doença de Cushing. Esse valor também serve como um indicador fenotípico, que está associado com resistência à insulina e tendência para desenvolver laminite (Treiber et al., 2005; Carter et al., 2009; Walsh et al., 2009).

O acúmulo de gordura pode desencadear intolerância ao exercício, ineficiência termorregulatória, alterações do desempenho, reprodutivas e aumento da probabilidade de desenvolvimento de lipomas mesentérico (Henneke et al. 1984; Ribeiro et.al., 2020). Mais especificamente, estudos já demonstraram que a adiposidade regional em cavalos e pôneis, especialmente tecido adiposo depositado ao longo da crista do pescoço, tem sido associada com alterações metabólicas, incluindo a síndrome metabólica equina (SME), resistência à insulina (RI) e com um maior risco de desenvolver laminite (Johnson, 2002; Treiber et al., 2006).

Estudos prévios do grupo de pesquisa Equinova (UFMG) têm verificado, de forma consistente, correlações positivas e associações entre parâmetros de adiposidade e alterações radiográficas que indicam sinais de laminite endocrinopática em equinos obesos de raças nacionais (Paz et al., 2013; Magalhães et al., 2014; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2017, Magalhães et al., 2019). Sendo assim, o próximo capítulo dessa tese tem como objetivo avaliar o efeito do sexo, faixa etária e ECC nas características morfométricas dos cacos desses animais.

4. CONCLUSÃO

Apenas 14% da população estudada se encontrava com escore corporal desejável (grau 6), sendo que grande maioria (82%) apresentou sinais de adiposidade excessiva, com destaque para os 26% que apresentaram sinais evidentes de obesidade (graus 8 e 9).

Destaca-se ainda uma elevada porcentagem de equinos (89,74%) com maior deposição de tecido adiposo na região da crista do pescoço, uma característica historicamente relacionada a resistência insulínica, doenças de desenvolvimento, problemas reprodutivos e laminite.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. A. et al. Relação entre adiposidade, perfil energético, proteínas inflamatórias e lesões osteoarticulares em equinos jovens sobre diferentes sistemas de criação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 115-120, 2017.

CARTER, R. A. et al. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. **The Veterinary Journal**, v. 179, n. 2, p. 204-210, 2009.

FRANK, N. et al. Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 228, n. 9, p. 1383-1390, 2006.

FRANK, N.. Equine metabolic syndrome. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n. 5, p. 259-267, 2009.

GARCIA, R. S. et al. Estudo clínico e radiográfico da osteoartrite társica juvenil em potros da raça mangalarga marchador. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 254-260, 2009.

GEOR, R. J. Metabolic predispositions to laminitis in horses and ponies: obesity, insulin resistance and metabolic syndromes. **Journal of equine veterinary science**, v. 28, n. 12, p. 753-759, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2008.10.016>

HENNEKE, D. R.; POTTER, GDp; KREIDER, J. L. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. **Theriogenology**, v. 21, n. 6, p. 897-909, 1984.

JOHNSON, P. J. The equine metabolic syndrome: Peripheral Cushing's syndrome. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 18, n. 2, p. 271-293, 2002.

MAGALHÃES, J. F. et al. Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1023-1032, 2014.

MAGALHÃES, J.F. et al. Relação espacial entre a falange distal e o estojo córneo em éguas Campolinas jovens com e sem sinais de obesidade. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 1025-1031, 2017.

MAGALHÃES, J. F. et al. Relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal em éguas Campolina adultas com e sem obesidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1773-1780, 2019.

PAZ, C. F. R. et al. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1699-1705, 2013.

RIBEIRO, R. M. et al. Adiposity and weight gain in Mangalarga Marchador horses subjected to hypercaloric diet. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 40, p. 170-175, 2020.

THATCHER, C. D. et al. Prevalence of overconditioning in mature horses in southwest Virginia during the summer. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 26, n. 6, p. 1413-1418, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00995.x>> <PMid:22946995>

TREIBER, K. H. et al. Pre-laminitic metabolic syndrome in genetically predisposed ponies involves compensated insulin resistance. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 89, n. 11-12, p. 430-431, 2005.

WALSH, D. M. et al. Correlation of plasma insulin concentration with laminitis score in a field study of equine Cushing's disease and equine metabolic syndrome. **Journal of equine veterinary science**, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2009.

XAVIER, V. F. et al. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 672-680, 2014.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DESCRITIVA E COMPARATIVA DAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS DOS CASCOS DOS MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR PARTICIPANTES DA EXPOSIÇÃO NACIONAL DA RAÇA

1. INTRODUÇÃO

Estudos prévios do Grupo de Pesquisa Equinova vêm demonstrando uma marcada prevalência de alterações patológicas nos dígitos de populações de equinos de diferentes raças nacionais como MM (Magalhães et al., 2014), Campolina (Magalhães et al., 2017) Crioulo (Paz et al., 2013) e também equinos de patrulhamento (Xavier et al., 2014). Alguns fatores têm sido implicados nesta situação, mas os de maior destaque têm sido a alimentação desbalanceada e práticas inadequadas no manejo e treinamento. Uma parcela das consequências de tais equívocos pode ser facilmente demonstrada observando-se as altas prevalências de obesidade e de distorções no estojo córneo relatadas na literatura nacional (Paz et al., 2013; Magalhães et al., 2014; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2017).

No contexto da obesidade, variáveis indicadoras de laminite endocrinopática como o aumento da distância entre a falange distal e a parede dorsal do casco e entre o processo extensor da falange distal e a banda coronária tem sido positivamente correlacionadas com medidas de aumento de adiposidade como escores de condição corporal e de crista de pescoço, diâmetro de pescoço e espessura do tecido adiposo subcutâneo na base da cauda (Paz et al., 2013; Magalhães et al., 2014; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2017).

Em relação às distorções de estojo córneo, observa-se que os cascos dos cavalos Mangalarga Marchador (MM) são comumente aparados para manter a pinça longa com o intuito de destacar o gesto da marcha e promover maior conforto ao cavaleiro. Essa conduta faz com que os talões fiquem escorridos e o eixo podofalangeano quebrado para trás, aumentando o estresse sobre o ligamento suspensor do boleto. Em um estudo avaliando 20 animais MM, 100% deles tinham eixo quebrado para trás (Drumond et al., 2016). Além disso, cavalos com talões escorridos tendem a aumentar a compressão do osso navicular associado ao aumento da força de tensão no tendão flexor digital

profundo (TFDP), predispondo à vários problemas como síndrome do navicular (Turner, 1989), falha no aparato suspensor (Kane et al., 1998) e sesamoidite associada a lesão do ramo do ligamento suspensor do boleto (Plevin et al. 2016).

Estudos iniciais, com limitado número de animais, já indicam alta prevalência de alterações nos cascos de equinos MM (Magalhães et al., 2014; Drumond et al, 2016). Contudo ainda há necessidade de estudos mais abrangentes. Assim, o objetivo desse capítulo é fazer a análise descritiva das medidas radiográficas dos cascos dos membros torácicos de equinos MM que participaram da exposição nacional da raça e fazer uma avaliação comparativa, verificando um possível efeito de sexo, faixa etária e ECC sobre as variáveis estudadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como base um banco de dados decorrente de uma parceria firmada com a Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM) que permitiu o exame de equinos de ambos os sexos e diversas faixas etárias participantes das Exposições Nacionais da raça em 2011, 2017 e 2018 (Capítulo II). Para esta coleta de dados, os proprietários assinaram um termo de autorização e sigilo de acordo instruções do CEUA/UFMG. Protocolo CEUA 22/2017.

Para esse capítulo foram considerados os equinos avaliados nos 3 diferentes anos quanto ao exame radiográfico lateromedial do casco do membro torácico dos animais (EcoRay CO., Ltd 1060HF – Korea). No ano de 2011 foi realizada avaliação radiográfica apenas do casco do MTD dos animais, enquanto nos anos de 2017 e 2018 foram radiografados ambos os cascos dos membros torácicos.

As imagens radiográficas foram obtidas por projeções lateromedial do casco dos membros torácicos de maneira padronizada. Para a realização do exame radiográfico do casco, ambos os membros torácicos foram posicionados sobre dois blocos de madeira, de igual altura, e para possibilitar a identificação radiográfica da superfície dorsal da parede do casco e do plano da banda coronária, um fio metálico de comprimento conhecido foi aderido à superfície dorsal da pinça do casco, com sua extremidade proximal sempre coincidindo com o plano da banda coronária.

Análises das projeções lateromediais do casco foram feitas após a realização da repetibilidade, com objetivo de determinar a relação espacial entre estojo córneo e falange distal.

As mensurações foram feitas através do programa computacional Metron Hoof-Pro4. O comprimento do marcador radiopaco foi utilizado para corrigir o fator de ampliação. De acordo com o programa Metron Hoof-Pro4 e conforme descrito por Thrall (2002) e Pollitt (2008), foram obtidas as medidas para as seguintes variáveis: distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal (CORF3), ângulo palmar (ANGPAL), profundidade ou espessura de sola (PROFSOL), ângulo da parede dorsal do casco (ANGPINÇA), ângulo do talão (ANGTAL), distâncias entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco, proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D), suporte de pinça (SUPPINÇA), ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID), ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP), comprimento da falange média (COMPF2), ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL), ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco (ANGROT) e breakover (Fig. 7).

Realizou-se análise descritiva de todas as variáveis numéricas e categóricas. Para as variáveis numéricas, foram calculados os principais índices de estatística descritiva (e.g. média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, quartis). Para as variáveis categóricas foram calculadas as frequências relativas e absolutas para cada classe. As médias foram comparadas de acordo com sexo e/ou faixa etária utilizando-se o teste t de Student ou ANOVA totalmente casualizada, respectivamente, para variáveis paramétricas ou Mann-Whitney ou Kruskal Allis, respectivamente, para as não paramétricas. Foram utilizados os pacotes estatísticos R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019) e o Prism 9.3.0 (GraphPad Software LCC), considerando-se um nível de significância de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 168 animais no total, sendo 80 machos e 88 fêmeas. Desses, 82 foram avaliados durante a exposição nacional da raça em 2011, 36 em 2017 e 50 em 2018.

Inicialmente foi avaliado a frequência relativa de distorções do casco. A grande maioria dos animais (84,7%) apresentou eixo podofalangeano quebrado para trás, sendo 44,8% (73) com ângulo $< 160^\circ$ e 39,9% (65) com ângulo entre 160° e 170° . Considerando ângulos entre 170° e 190° como aceitáveis, apenas 15,3% (25) dos animais apresentavam eixo dentro da normalidade. Corroborando com esse achado, a grande maioria dos cascos foram considerados como escorridos (70%), sendo que 34,4% (56) apresentaram diferença entre ângulo da parede dorsal do casco e ângulo de talão $> 10^\circ$, 35,6% (58) tiveram diferença entre 5° e 10° e apenas 30,1% (49) com diferença $< 5^\circ$, o que é considerado normal (Back & Pille, 2013). Como já descrito pela literatura, animais com talões escorridos têm pinça longa e eixo podofalangeano quebrado para trás (Craig et al., 2001). Assim, foi possível observar, também, aumento do suporte de pinça nessa população, sendo que 22,1% (36) dos animais tem suporte de pinça $> 70\%$, 72,4% (118) tem entre 60 e 70% e 5,5% (9) entre 58 e 59,96%.

Quanto ao ângulo de rotação da falange distal, 34,4% (56) dos animais apresentam ângulo $< -3,5^\circ$, 43,6% (71) apresentam ângulo entre $-3,5^\circ$ a $-0,1^\circ$, 17,8% (29) entre $-0,1^\circ$ a 2° e 5,5% (9) $> 2^\circ$. Já o ângulo palmar, 3,1% (5) apresentam ângulo palmar negativo, 10,4% (17) tem ângulo $< 2^\circ$, 61,3% (100) estão com ângulo entre 2° e 7° e 25,2% (41) tem ângulo $> 7^\circ$.

Em seguida, foi feita análise descritiva e comparação entre as mensurações dos cascos dos membros torácicos direitos (MTD) e esquerdos (MTE) para verificar possíveis diferenças contralaterais (Tab. 8). Observaram-se diferenças estatísticas quanto a profundidade da sola (PROFSOL) ($P=0,0490$), suporte de pinça (SUPPINÇA) ($P=<0,0001$), comprimento da falange média (COMPF2) ($P=0,0015$) e ângulo da falange distal com o solo (ANGF3) ($P=0,0008$). Vários trabalhos mostram que pode existir diferença ao comparar medidas dos cascos contralaterais (Kummer, et al., 2006; Moore, 2016; Silva, 2017). Dessa forma, optou-se por fazer a análise descritiva do MTD da totalidade dos animais (Tab. 9) e comparar quanto ao sexo, faixa etária e ECC (Tab. 10 a 13) também

apenas os MTD dos animais avaliados. Além disso, no banco de dados do ano de 2011 foi feita avaliação apenas do MTD.

Tabela 8. Média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3), máximo (máx) e valor de P das mensurações dos cacos dos membros torácicos direito (MTD) e esquerdo (MTE) da totalidade dos animais.

MEDIDA	MEMBRO TORÁCICO DIREITO (MTD)								MEMBRO TORÁCICO ESQUERDO (MTE)								P VALOR
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	
CORF3 (CM)	85	0,92	0,26	0,34	0,76	0,93	1,09	1,55	85	0,89	0,23	0,38	0,73	0,90	1,05	1,42	0,2226
PARF3 P (CM)	85	1,55	0,24	1,00	1,42	1,52	1,64	2,87	85	1,52	0,18	1,14	1,38	1,52	1,61	1,93	0,193
PARF3 D (CM)	85	1,37	0,19	1,03	1,25	1,34	1,49	1,86	85	1,35	0,21	1,04	1,21	1,31	1,46	2,55	0,264
PROFSOL (CM)	85	1,39	0,32	0,79	1,14	1,39	1,62	2,40	85	1,35	0,31	0,78	1,12	1,35	1,54	2,59	0,0490
SUPPINÇA (%)	85	66,29	4,38	58,00	62,91	66,04	69,55	77,02	84	67,53	4,79	58,68	64,06	66,88	70,89	78,70	<0,0001
BREKOVER (CM)	85	2,69	0,46	1,75	2,41	2,62	2,94	4,13	85	2,71	0,44	1,86	2,41	2,65	2,97	3,77	0,6214
COMPF2 (CM)	85	3,43	0,21	2,90	3,29	3,44	3,58	3,88	85	3,38	0,19	2,97	3,23	3,33	3,49	3,81	0,0015
ANGPAL (°)	85	5,70	2,87	-2,51	4,17	5,57	7,81	11,91	85	5,83	3,18	-1,76	4,10	5,90	8,64	11,72	0,5337
ANGPINÇA (°)	85	50,22	3,19	38,93	48,77	50,36	51,87	57,21	85	50,31	3,12	43,56	47,86	50,34	52,70	58,35	0,6853
ANGF3 (°)	85	47,25	3,77	35,80	44,56	47,23	49,93	56,85	85	46,35	3,63	38,27	43,46	46,00	48,70	57,52	0,0008
ANGROT (°)	85	-2,89	3,16	-10,06	-5,01	-3,21	-0,89	5,84	85	-2,41	3,95	-12,76	-4,93	-2,60	-0,52	6,36	0,2408
ANGAID (°)	85	10,36	9,19	-14,39	3,35	10,75	18,06	30,79	85	10,75	8,96	-14,90	4,26	11,33	16,99	30,26	0,5079
ANGAIP (°)	85	4,92	3,90	-5,40	2,58	5,09	7,96	13,99	85	5,00	4,34	-7,57	2,54	5,29	7,80	15,48	0,8474
ANGPODFAL (°)	85	164,00	8,59	145,60	157,70	164,10	170,90	187,30	85	164,80	8,48	145,20	158,60	164,70	171,00	184,60	0,242
ANGCAS (°)	85	50,89	2,90	44,37	48,86	50,38	53,22	58,00	85	50,97	3,06	43,89	49,33	50,96	52,83	59,18	0,3028
ANGTAL (°)	85	43,00	5,54	27,28	39,67	42,47	46,17	61,40	85	42,48	5,36	26,74	39,49	42,51	46,39	55,37	0,2121
CAS-TAL (°)	86	7,82	5,45	-6,41	3,94	7,83	10,82	23,06	85	8,49	5,01	-2,37	5,02	8,87	11,59	24,24	0,24

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMPF2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

Os resultados das mensurações realizadas nos cascos dos membros torácico direito (MTD) da totalidade dos animais estão na tabela 9.

Tabela 9. Média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações dos cascos do membro torácico direito (MTD) da totalidade dos animais (N=163).

MEDIDA	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX
CORF3 (CM)	0,98	0,32	0,08	0,76	0,96	1,19	2,16
PARF3 P (CM)	1,65	0,28	1	1,48	1,635	1,77	3,11
PARF3 D (CM)	1,49	0,21	1,03	1,33	1,505	1,67	1,97
PROFSOL (CM)	1,58	0,37	0,79	1,31	1,61	1,82	2,65
SUPPINÇA (%)	66,93	4,01	58	64,25	66,745	69,61	77,02
ANGPINÇA (°)	49,87	3,18	38,93	48,29	50,07	51,51	57,21
BREAKOVER (CM)	3,06	0,58	1,75	2,59	3,08	3,47	4,52
COMPF2 (CM)	3,61	0,29	2,9	3,43	3,625	3,81	4,4
ANGPAL (°)	4,97	2,88	-3,61	2,89	5,1	6,81	11,91
ANGF3 (°)	47,27	3,48	35,8	44,94	47,265	49,55	56,85
ANGROT (°)	-2,36	2,77	-10,06	-4,11	-2,375	-0,62	5,84
ANGAID (°)	13,11	8,61	-14,39	7,26	13,875	19,07	31,26
ANGAIP (°)	5,81	3,99	-5,4	2,92	6,025	8,52	15,1
ANGPODFAL (°)	161,71	8,35	137,87	155,76	161,26	167,52	187,34
ANGCAS (°)	50,54	2,88	43,08	48,69	50,36	52,54	58
ANGTAL (°)	42,67	5,60	27,28	39,02	42,295	46,11	61,4

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMPF2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

O equilíbrio do casco é definido como a forma do casco que permite o cavalo expressar seu melhor desempenho e que interfira minimamente na sua habilidade atlética a longo prazo (Balch et. al., 1997). A radiografia é uma ferramenta muito importante para a avaliação do equilíbrio (Redden, 2003; Crabbe, 2015). Usando as configurações de exposição e o posicionamento adequados, muitas informações úteis sobre a saúde dos ossos, tecidos sensíveis, estojo córneo e a relação entre eles podem ser avaliadas. O

ferrador pode influenciar esse equilíbrio do casco tanto com o casqueamento quanto com o ferrageamento (Auer et. al., 2007).

Apesar de ser uma das principais mensurações para avaliação da rotação disto-palmar da falange distal durante a laminite, na qual há perda da resistência da conexão entre estojo córneo e falange distal (Redden, 2010), o ângulo palmar pode sofrer grande variação com diferentes práticas de casqueamento (Kummer et. al., 2006). O ângulo encontrado para a população estudada teve média de $4,97^\circ (\pm 2,88)$ (Tab. 9). Para Back (2001), o ângulo palmar é de aproximadamente 5° . Outros autores encontraram uma variação desse ângulo entre 2 e 7° (Redden, 2003; O'Grady, 2008). Magalhães et. al. (2019), estudando éguas Campolinas adultas, encontraram diferença entre o ângulo palmar e espessura de sola comparando éguas sem sinais de obesidade (grupo controle) com éguas obesas. Os animais obesos apresentaram ângulo palmar menor ($P=0,001$) ($2,11 \pm 2,38$ graus) e espessura de sola maior ($P=0,002$) ($20,9 \pm 3,9$ mm) do que os do grupo controle ($4,51 \pm 2,78$ graus e $17,4 \pm 3,9$ mm, respectivamente). Tais achados foram atribuídos à ocorrência de casqueamento e ferrageamento mais frequente em animais do grupo obeso do que do grupo controle.

A distância de afundamento da falange distal (CORF3) é uma importante mensuração para avaliação de laminite em equinos. Apesar de variar de acordo com as características individuais, raça, tamanho do cavalo (Cripps e Eustace, 1999), não é alterada pelo casqueamento (Kummer *et al.*, 2009). Uma vez que essa variável não sofre interferência do casqueamento (Eustace, 2010), é considerada como uma das mais efetivas para avaliar a movimentação da falange distal. Para Redden (2003), a maioria dos equinos normais apresenta uma variação entre 0 e 15 mm, enquanto para Pollitt (2008), essa distância deve ser menor do que 11 mm. Foi encontrado média de 0,98 cm ($\pm 9,8$ mm) ($\pm 0,32$ cm) para a população de equinos estudada (Tab. 9). Magalhães et. al. (2014) encontraram uma média de 11,75 mm em éguas Mangalarga Marchador normais. Para éguas Campolina adultas, sem sinais de obesidade, Magalhães et. al. (2019) encontraram uma média de 10,2 mm ($\pm 2,2$), já para éguas obesas a média foi de 12,3 mm ($\pm 2,5$).

A profundidade da sola (PROFSOL) média encontrada foi de 1,58 cm (15,8mm) ($\pm 0,37$ cm) (Tab. 9). De acordo com Redden (2003), a profundidade da sola deve ser maior do

que 15 mm de espessura, sendo 10 mm de papilas de corium solear e 5 mm de tecido ceratinizado. Porém, Linford et. al. (1993) encontraram um valor de 11,1 ($\pm 1,3$ mm) em equinos da raça Puro Sangue de corrida entre 4 e 9 anos de idade. Magalhães et.al. (2019) encontraram uma espessura de sola média de 17,4 mm ($\pm 3,9$) em éguas Campolina adultas.

Os ângulos da parede dorsal do casco e do talão vem sendo alvo de avaliação ao longo dos anos por vários pesquisadores. Em um estudo recente, Back & Pille (2013) afirmaram que normalmente a parede dorsal do casco e o talão devem ser paralelos e a relação de comprimento entre eles deve ser de 2:1 nos membros torácicos e 2:1,5 nos membros pélvicos e que, diferenças entre os ângulos da parede dorsal do casco e do talão de mais de 5° já poderia ser considerado como talão escorrido. É importante ressaltar que esse ângulo também pode sofrer grande interferência por casqueamento (Sherlock e Parks, 2013). No presente estudo foi encontrado média do ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS) de 49,87° ($\pm 3,18$), mensurado por meio do método guiado do programa Metron Hoof-Pro4, e média de 50,54° ($\pm 2,88$), mensurado por meio do método mensuração livre. Já o ângulo do talão teve média de 42,67° ($\pm 5,60$) (Tab. 9). Observa-se diferença de mais de 5° para os dois métodos de avaliação do ângulo. Isso pode indicar que, em média, a população de equinos MM estudada apresenta talões escorridos. Segundo Heymering (2002), ângulos da parede dorsal do casco menores que 54 graus podem sobrecarregar músculos e ligamentos, alterar a distribuição de peso ao longo do casco, aumentar a tensão sobre o tendão flexor digital profundo e contribuir para a ocorrência de talões contraídos, o causador de muitas enfermidades no casco.

As distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal e distal (PARF3 P e PARF3 D) fornecem importante informação sobre a rotação da falange distal. Nos equinos estudados, a média foi de 1,65cm (16,5 mm) ($\pm 0,28$ cm) e 1,49cm (14,9 mm) ($\pm 0,28$ cm), respectivamente (Tab. 9). De acordo com Sherlock e Parks (2013), a distância na região distal pode ser menor do que na região proximal, devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo. Magalhães et. al. (2014), estudando uma população de éguas MM, encontrou média proximal de 20,5 mm ($\pm 1,89$) e distal de 18,9 mm ($\pm 1,85$). Xavier et. al. (2014) encontrou média proximal de 18 mm e distal de 16mm em

55 equinos de diferentes raças. Uma pesquisa com éguas Campolina adultas, a média foi de 18,7 mm ($\pm 1,7$) e 17 mm ($\pm 1,65$), respectivamente (Magalhães et.al., 2019). Outros valores foram encontrados na literatura internacional: <19mm para raças menores (<1,50m de altura) (Cripps & Eustace 1999, Redden 2003, Fraley 2007), 18 a 20 mm para cavalos de sela “Warmblood” (Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan 1999) e média de 20 mm para cavalos de trote “Standardbreds” (Redden 2003).

A distância média do *breakover* encontrada foi de 3,06 cm (30,6 mm) ($\pm 0,58$) (Tab. 9). Quanto maior o comprimento da pinça e mais agudo o ângulo dorsal do casco, mais tempo e força são necessários para rolar a pinça durante o passo. Com isso, há atraso do *breakover* e acredita-se ocorrer aumento da tensão exercida no tendão flexor digital profundo (Craig et. al., 2001; O’Grady e Poupard, 2001). Em éguas Campolinas adultas a distância de *breakover* média foi de 3,2 cm (32 mm) ($\pm 0,47$) (Magalhães et. al., 2019). Essa distância é invariavelmente alterada pelo casqueamento e ferrageamento (Bras & Redden, 2018). Corroborando com esses achados, encontrou-se uma média de 66,93 % ($\pm 4,01$) de suporte de pinça (SUPPINÇA) nos animais avaliados, enquanto no estudo com as éguas Campolina adultas a média foi de aproximadamente 72% ($\pm 5,86$).

Segundo Pollitt (2008), as superfícies dorsais da muralha e da falange distal devem formar linhas paralelas em equinos normais. Em casos de laminite, com a fragilidade da junção entre casco e falange, forma-se um ângulo distal positivo entre essas duas linhas, que aumenta à medida que a falange se rotaciona, tracionada pelo tendão flexor profundo. O ângulo de rotação da falange distal (ANGROT) teve média de $-2,36^\circ$ ($\pm 2,77$) na população de equinos MM estudada (Tab. 9). Esse achado foi muito semelhante ao encontrado em éguas MM por Magalhães et.al. (2014), média geral de $-2,5$ ($\pm 1,65$) graus de rotação da falange distal. Outros estudos também encontraram média desse ângulo negativo em diferentes raças, $-1,6^\circ$ ($\pm 2,6$) em éguas Crioula (Paz et.al., 2013); $-2,87^\circ$ ($\pm 1,32$) em éguas Campolina jovens (Magalhães et.al., 2017) e $-2,53^\circ$ ($\pm 1,48$) em éguas Campolina adultas (Magalhães et.al., 2019). Todos esses trabalhos diferem do esperado ângulo zero, que caracteriza o paralelismo. Porém, corroboram com Sherlock e Parks (2013), que afirmaram que a distância na região distal entre parede do casco e falange distal pode ser menor do que na região proximal, devido ao ângulo mais agudo da

falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo.

O eixo podofalangeano (ANGPODFAL) é a mensuração mais aceita para avaliar o equilíbrio do casco (O'Grady e Poupard, 2003). O eixo está alinhado quando pode-se traçar uma linha reta pelo meio do casco e da quartela, formando um ângulo de 180 graus entre eles (Parks, 2003). O valor médio encontrado foi de $161,71^\circ (\pm 8,35)$ (Tab. 9). De acordo com Balch et. al. (1995), não ocorre alinhamento real entre as falanges. Esse ângulo menor do que 180° indica que o eixo está quebrado para trás. Animais com o eixo quebrado para trás geralmente apresentam a parede dorsal do casco mais horizontal do que a quartela, pinça comprida e talões curtos, sobrecarregando as estruturas palmares como talões, osso navicular e a inserção do TFDP (Crabbe, 2015). Magalhães et al. (2019) encontraram média de $165^\circ (\pm 6,42)$ em éguas Campolinas adultas.

O alinhamento do eixo podofalangeano também pode ser mensurado através do ângulo das articulações interfalangeanas (ANGAID e ANGAIP), medido separadamente (Craig et al., 2001). De acordo com Stashak et al., (2002), para que haja alinhamento entre as três falanges esses ângulos devem ser próximos de zero. No presente estudo encontrou-se média geral de $5,81^\circ (\pm 3,99)$ para a articulação interfalangeana proximal (AIP) e $13,11^\circ (\pm 8,61)$ para a articulação interfalangeana distal (AID) (Tab.9). Em éguas Campolina adultas a média geral foi de $2,1^\circ (\pm 4,14)$ para AIP e $17,75^\circ (\pm 7,58)$ para AID (Magalhães et.al., 2019). Outro estudo avaliou 151 cascos dos membros torácicos de equinos de diferentes raças no qual a média do ângulo da AIP foi de $5,78 \pm 5,18$ graus e a média do ângulo da AID foi de $8,27 \pm 9,04$ graus. Esses resultados sugerem que existe uma tendência de os ossos das falanges não serem perfeitamente alinhados (Craig e Craig, 2005).

Os resultados das mensurações realizadas e comparação dos cascos dos membros torácico direito (MTD) das fêmeas e machos estão na Tabela 10. Houve diferença significativa quanto ao ângulo palmar ($P=0,0093$), ângulo da parede do casco com o solo ($P=0,0042$), ângulo da articulação interfalangeana distal (AID) ($P=0,0102$), distância de *breakover* ($P=0,0270$), ângulo da falange distal com relação ao solo ($P=0,0224$) e ângulo de talão ($P=0,0381$). O ângulo palmar das fêmeas é menor do que o dos machos,

corroborando com o menor ângulo da falange distal com o solo. Além disso, o ângulo da parede dorsal do casco com o solo também é menor nas fêmeas, corroborando com o menor ângulo de talão e com a maior distância de *breakover* nas fêmeas do que nos machos. De acordo com Back & Pille (2013), diferenças entre os ângulos da parede dorsal do casco e do talão de mais de 5° já podem ser considerados como talão escorrido. A média da diferença entre os ângulos da parede dorsal do casco e do talão nas fêmeas foi de 8,092 ($\pm 5,096$). Portanto, é possível dizer que as fêmeas estão apresentando cascos com pinças mais longas, ângulo dorsal do casco mais agudo e talões escorridos.

Como já discutido anteriormente, quanto maior o comprimento da pinça e mais agudo o ângulo dorsal do casco, mais tempo e força são necessários para rolar a pinça durante o passo. Com isso, há atraso do *breakover* e aumento da tensão exercida no tendão flexor digital profundo (Craig et. al., 2001; O'Grady e Poupard, 2001). Ainda, cascos com talões escorridos perdem a capacidade de suportar carga, expandir e exercer sua função, havendo conseqüente aumento de tensão sobre o navicular e a sua bursa, predispondo à claudicação crônica (Crabbe, 2015). Adicionalmente, a ocorrência de talões escorridos está associada à falha catastrófica do aparato suspensor em cavalos de corrida (Balch et al. 2002).

Tabela 10. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana, quartil 3 (Q3), máximo (máx) e valor de P das mensurações do casco do membro torácico direito de fêmeas e machos.

MEDIDA	FÊMEAS								MACHOS								P VALOR
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	
CORF3 (CM)	86	1,004	0,310	0,34	0,76	1,035	1,21	1,66	77	0,935	0,323	0,08	0,75	0,93	1,14	2,16	0,1665
PARF3 P (CM)	86	1,628	0,205	1,00	1,47	1,63	1,78	2,07	77	1,676	0,340	1,16	1,495	1,64	1,77	3,11	0,2713
PARF3 D (CM)	86	1,508	0,215	1,03	1,328	1,555	1,683	1,97	77	1,483	0,212	1,06	1,325	1,45	1,66	1,93	0,4559
PROFSOL (CM)	86	1,625	0,359	0,80	1,428	1,66	1,885	2,31	77	1,533	0,383	0,79	1,265	1,49	1,76	2,65	0,1151
SUPPINÇA (%)	86	67,36	3,947	58,5	64,85	66,91	70,32	75,98	77	66,45	4,19	58	63,50	66,71	69,24	77,02	0,1525
BREAKOVER (CM)	86	3,156	0,581	2,01	2,588	3,23	3,555	4,44	77	2,955	0,561	1,75	2,595	2,92	3,365	4,52	0,0270
COMP2 (CM)	86	3,600	0,291	2,90	3,445	3,6	3,75	4,32	77	3,617	0,285	2,92	3,405	3,63	3,84	4,15	0,7077
ANGPAL (°)	86	4,426	2,768	-3,61	2,623	4,28	6,045	11,91	77	5,602	2,935	-1,77	3,535	5,57	7,95	11,64	0,0093
ANGPINÇA (°)	86	49,16	3,070	39,2	47,79	49,17	51,12	56,84	77	50,58	3,180	38,93	49,34	50,46	52,31	57,21	0,0042
ANGF3 (°)	86	46,67	3,551	39,26	43,94	47,01	49,12	56,67	77	47,92	3,362	35,8	45,87	47,77	50,4	56,85	0,0224
ANGROT (°)	86	-2,119	2,827	-9,05	-4,04	-2,44	0,092	5,84	77	-2,585	2,739	-10,0	-4,18	-2,27	-0,69	3,24	0,2871
ANGAID (°)	86	14,20	8,090	-14,3	9,53	14,9	18,75	31,26	77	11,78	9,152	-9,69	5,06	12,04	19,24	30,79	0,0747
ANGAIP (°)	86	6,565	3,759	-1,93	3,41	6,975	9,228	15,1	77	4,958	4,135	-5,4	1,89	5,17	7,84	14,17	0,0102
ANGPODFAL (°)	86	160,6	8,097	137	155,8	160	166,1	187,3	77	163,1	8,474	145,6	156	163,6	168,6	183,7	0,0529
ANGCAS (°)	86	49,88	2,797	43,08	48,11	49,86	51,67	58	77	51,23	2,863	44,37	49,27	51,14	53,23	57,26	0,5626
ANGTAL (°)	86	41,78	5,533	27,28	37,2	41,84	45,1	56,31	77	43,62	5,653	29,25	40,54	42,79	47,32	61,4	0,0381
CAS-TAL (°)	86	8,092	5,096	-4,63	3,928	8,51	11,83	23,06	77	7,609	5,543	-6,41	3,735	8,15	10,56	20,53	0,5626

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMP2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

Tabela 11. Número de animais (N), média, desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações do casco do membro torácico direito de fêmeas nas diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).

MEDIDA	FÊMEAS																							
	12 a 35 meses								36 a 72 meses								> 72 meses							
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX
CORF3 (CM)	9	0,79	0,26	0,47	0,57	0,67	1,00	1,23	50	1,01	0,33	0,34	0,76	1,05	1,22	1,66	27	1,06	0,27	0,39	0,83	1,08	1,29	1,62
PARF3 P (CM)	9	1,43	0,17	1,00	1,38	1,49	1,52	1,59	50	1,64	0,20	1,20	1,49	1,64	1,79	2,00	27	1,67	0,20	1,31	1,47	1,66	1,82	2,07
PARF3 D (CM)	9	1,32	0,16	1,09	1,19	1,30	1,45	1,55	50	1,51	0,21	1,03	1,33	1,56	1,68	1,86	27	1,57	0,21	1,18	1,43	1,60	1,74	1,97
PROFSOL (CM)	9	1,58	0,38	1,05	1,26	1,61	1,86	2,23	50	1,64	0,36	0,87	1,43	1,67	1,90	2,26	27	1,62	0,37	0,80	1,45	1,62	1,83	2,31
SUPPINÇA (%)	9	68,10	5,03	58,56	64,92	67,97	73,26	73,83	50	67,41	3,86	59,95	64,42	67,74	70,36	75,98	27	67,01	3,85	60,71	64,86	66,39	69,61	74,84
BREAKOVER (CM)	9	2,58	0,40	2,01	2,40	2,48	2,89	3,27	50	3,19	0,53	2,04	2,70	3,33	3,54	4,22	27	3,28	0,62	2,18	2,67	3,39	3,78	4,44
COMPF2 (CM)	9	3,44	0,25	2,90	3,32	3,47	3,59	3,74	50	3,62	0,28	3,07	3,47	3,66	3,75	4,28	27	3,62	0,32	3,08	3,42	3,60	3,81	4,32
ANGPAL (°)	9	4,02	3,99	-2,46	2,04	3,12	6,50	11,91	50	4,30	2,72	-3,61	2,55	4,28	5,87	9,75	27	4,80	2,45	0,85	2,81	4,68	6,13	9,66
ANGPINÇA (°)	9	49,00	4,97	40,20	45,79	49,62	51,46	56,84	50	49,25	2,82	39,26	48,00	49,10	51,19	55,48	27	49,06	2,87	43,20	46,97	49,05	50,96	55,83
ANGF3 (°)	9	45,07	5,20	40,06	40,49	44,58	47,05	56,67	50	46,81	3,36	39,26	44,09	46,91	49,12	54,64	27	46,93	3,26	41,58	44,10	47,44	49,52	52,60
ANGROT (°)	9	-2,84	1,63	-4,98	-4,19	-3,21	-1,57	0,18	50	-2,15	3,04	-9,05	-4,04	-2,42	-0,49	5,84	27	-1,82	2,76	-6,28	-4,06	-2,35	0,60	3,62
ANGAID (°)	9	12,39	7,98	1,19	4,68	13,61	17,44	26,45	50	13,84	8,47	-14,39	9,53	16,08	18,55	31,26	27	15,46	7,50	5,78	10,09	12,77	21,93	30,24
ANGAIP (°)	9	5,54	3,82	-0,78	2,17	6,36	7,99	11,07	50	6,88	4,25	-1,93	3,37	7,15	9,52	15,10	27	6,33	2,67	1,09	3,41	6,98	7,95	11,01
ANGPODFAL (°)	9	163,10	9,19	146,20	157,00	162,00	171,20	174,90	50	160,70	8,01	146,50	155,60	159,50	165,90	187,30	27	159,50	7,99	137,90	152,30	160,90	165,90	170,50
ANGCAS (°)	9	49,94	4,50	43,08	46,58	49,95	52,86	58,00	50	49,93	2,45	43,76	48,65	49,95	51,60	55,40	27	49,75	2,83	43,37	47,85	49,60	51,82	54,86
ANGTAL (°)	9	41,60	6,04	36,10	37,45	40,46	42,85	56,31	50	41,72	6,03	27,28	37,17	42,45	45,61	54,39	27	41,96	4,52	35,83	37,25	41,58	44,50	50,83
CAS-TAL (°)	9	8,33	3,77	1,69	6,49	7,48	11,23	14,64	50	8,21	5,76	-4,63	3,64	8,73	13,13	23,06	27	7,79	4,23	-1,23	5,29	8,35	10,84	16,91

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMPF2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

Tabela 12. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações do casco do membro torácico direito de machos nas diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).

MEDIDAS	MACHOS																							
	12 a 35 meses								36 a 72 meses								> 72 meses							
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX
CORF3 (CM)	6	0,91	0,20	0,70	0,71	0,90	1,06	1,25	37	0,94	0,38	0,08	0,69	0,94	1,23	2,16	34	0,93	0,27	0,41	0,83	0,94	1,08	1,55
PARF3 P (CM)	6	1,91	0,63	1,41	1,51	1,66	2,35	3,11	37	1,63	0,18	1,16	1,51	1,64	1,76	1,96	34	1,69	0,40	1,18	1,43	1,63	1,81	3,03
PARF3 D (CM)	6	1,58	0,17	1,40	1,45	1,53	1,73	1,86	37	1,49	0,20	1,06	1,35	1,47	1,66	1,85	34	1,46	0,23	1,16	1,27	1,39	1,62	1,93
PROFSOL (CM)	6	1,68	0,27	1,29	1,50	1,63	1,97	2,03	37	1,55	0,33	0,80	1,33	1,58	1,71	2,27	34	1,49	0,45	0,79	1,12	1,38	1,80	2,65
SUPPINÇA (%)	6	67,85	4,11	61,62	64,19	68,14	71,58	73,02	37	67,01	3,50	59,84	64,38	67,23	69,48	73,70	34	65,59	4,63	58,00	62,35	65,50	68,20	77,02
BREAKOVER (CM)	6	3,12	0,33	2,75	2,79	3,10	3,42	3,62	37	2,99	0,45	2,20	2,64	2,92	3,37	4,10	34	2,89	0,69	1,75	2,40	2,76	3,40	4,52
COMPF2 (CM)	6	3,78	0,29	3,38	3,51	3,76	4,09	4,13	37	3,62	0,25	3,14	3,42	3,66	3,84	4,11	34	3,59	0,32	2,92	3,35	3,51	3,84	4,15
ANGPAL (°)	6	4,86	3,21	-0,07	1,99	5,47	7,25	8,96	37	5,68	3,35	-1,77	3,57	5,75	8,33	11,64	34	5,65	2,44	1,74	3,56	5,43	7,69	10,25
ANGPINÇA (°)	6	48,74	5,74	38,93	43,59	50,63	53,09	54,52	37	50,57	2,83	42,27	49,34	50,34	52,13	56,53	34	50,93	2,97	44,50	49,41	50,77	52,27	57,21
ANGF3 (°)	6	45,39	6,06	35,80	39,57	47,34	49,91	51,78	37	47,63	2,92	40,93	45,79	47,61	49,17	53,79	34	48,68	3,05	42,42	46,55	48,78	51,10	56,85
ANGROT (°)	6	-2,67	2,13	-6,45	-3,93	-2,38	-1,30	0,01	37	-2,58	2,90	-9,35	-4,97	-2,24	-0,26	3,24	34	-2,58	2,73	-10,06	-3,96	-2,21	-0,93	2,87
ANGAID (°)	6	13,64	6,90	6,10	8,63	12,36	18,05	26,19	37	11,78	9,68	-7,62	4,83	11,70	19,69	30,79	34	11,44	9,10	-9,69	4,48	12,47	18,71	26,31
ANGAIP (°)	6	6,07	3,19	1,29	2,97	6,84	8,37	10,09	37	5,11	3,17	-1,07	2,75	5,12	7,86	11,56	34	4,60	5,15	-5,40	0,53	5,19	7,98	14,17
ANGPODFAL (°)	6	162,40	5,87	152,10	157,60	163,90	167,50	167,60	37	163,40	9,00	145,60	156,00	163,60	170,30	183,70	34	162,90	8,46	147,30	155,00	163,60	168,60	180,70
ANGCAS (°)	6	49,63	3,30	45,84	46,42	49,54	52,39	54,57	37	51,05	2,69	44,37	49,51	50,77	53,07	56,65	34	51,71	2,93	46,15	49,00	52,24	53,97	57,26
ANGTAL (°)	6	40,85	5,64	35,46	37,07	39,19	44,54	51,43	37	44,60	6,38	29,25	41,50	45,00	48,17	61,40	34	43,04	4,65	34,27	39,46	42,50	45,82	54,94
CAS-TAL (°)	6	8,78	4,76	3,14	4,06	8,85	12,48	16,20	37	6,45	6,18	-6,41	2,78	6,04	10,18	20,50	34	8,67	4,77	-4,15	6,20	9,09	11,48	20,53

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMPF2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

Tabela 13. Valor de P ao comparar as mensurações dos cacos do MTD das fêmeas e machos quanto às diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses).

MEDIDAS	FÊMEAS			MACHOS		
	12 a 35 e 36 a 72	12 a 35 e > 72	36 a 72 e > 72	12 a 35 e 36 a 72	12 a 35 e > 72	36 a 72 e > 72
CORF3 (CM)	0,1097	0,0516	0,7430	0,9647	0,9844	0,9863
PARF3 P (CM)	0,0087	0,0056	0,8579	0,1357	0,3052	0,6890
PARF3 D (CM)	0,0406	0,0061	0,3706	0,5995	0,4034	0,8106
PROFSOL (CM)	0,8973	0,9566	0,9747	0,7202	0,4796	0,7453
SUPPINÇA (%)	0,8821	0,7592	0,9083	0,8892	0,4308	0,3138
BREAKOVER (CM)	0,0091	0,0042	0,7601	0,8583	0,6389	0,7584
COMPF2 (CM)	0,2048	0,2319	0,9986	0,4237	0,3074	0,9054
ANGPAL (°)	0,9604	0,7508	0,7319	0,8063	0,8221	0,9988
ANGPINÇA (°)	0,9726	0,9986	0,9639	0,3958	0,2712	0,8815
ANGF3 (°)	0,3668	0,3649	0,9899	0,2762	0,0674	0,3682
ANGROT (°)	0,7776	0,6220	0,8832	0,9968	0,9973	>0,9999
ANGAID (°)	0,8753	0,5901	0,6848	0,8925	0,8537	0,9864
ANGAIP (°)	0,5952	0,8503	0,8196	0,8607	0,7089	0,8670
ANGPODFAL (°)	0,6868	0,4734	0,8025	0,9617	0,9920	0,9610
ANGCAS (°)	>0,9999	0,9839	0,9591	0,4969	0,2312	0,5936
ANGTAL (°)	0,9981	0,9855	0,9836	0,2902	0,6547	0,4777
CAS-TAL (°)	0,9977	0,9603	0,9386	0,6040	0,9989	0,2139

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMPF2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

As mensurações realizadas nos cascos dos MTD de fêmeas nas diferentes faixas etárias (12 a 35, 36 a 72 e acima de 72 meses) estão na Tabela 11 e dos machos estão na Tabela 12. Os valores de P das comparações entre as diferentes faixas etárias das fêmeas e machos estão na Tabela 13. Com relação aos machos, não houve diferença estatística entre as diferentes faixas etárias. No entanto, com relação as fêmeas, houve diferença significativa quanto a distância proximal e distal entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal entre as potras de 12 a 35 meses e as éguas de 36 a 72 meses ($P=0,0087$ e $0,0406$, respectivamente) e entre as potras de 12 a 35 meses e as éguas > 72 meses ($P=0,0056$ e $0,0061$, respectivamente). Também houve diferença quanto a distância de *breakover* entre as potras de 12 a 35 meses e as éguas de 36 a 72 meses ($P=0,0091$) e as éguas > 72 meses ($P=0,0042$).

As distâncias foram maiores com o aumento da faixa etária das éguas, o que pode indicar que as éguas estão tendo maior afastamento entre a parede dorsal do casco e a falange distal e estão com a pinça do casco mais longa. O registro definitivo dos animais MM só é feito após os 36 meses de idade devido a fase de desenvolvimento, ou seja, algumas diferenças podem estar relacionadas ainda ao período de desenvolvimento corporal dos animais. Além disso, essas medidas são alteradas pelo casqueamento (Bras & Redden, 2018). No entanto, é importante lembrar que a pinça longa, ou seja, maior distância de *breakover*, atrasa o *breakover* e resulta em um eixo podofalangeano quebrado para trás, o que aumenta a tensão exercida no tendão flexor digital profundo (TFDP) (Page & Hagen, 2002).

Os resultados das mensurações dos cascos do MTD quanto ao ECC estão na tabela 14 e as comparações entre os diferentes escores (valor de P) estão na tabela 15. A única variável que teve diferença significativa foi a distância distal entre a parede dorsal do casco e a superfície distal da falange distal. Essa distância foi maior para os animais com ECC 6 e 7 ($P=0,0278$) e ECC 8 e 9 ($P=0,0294$) quando comparados com os animais com ECC 4 e 5. Isso significa que os animais com maior adiposidade e animais obesos estão apresentando maior distanciamento entre a parede dorsal do casco e a falange distal, mensurada na região distal. De acordo com Pollit (2008), um acréscimo de 2 a 3 mm entre a superfície dorsal do casco e a falange distal é extremamente significativo no contexto agudo ou crônico inicial da laminite.

Estudos do grupo de pesquisa Equinova (UFMG), que buscam associações entre sinais de adiposidade e alterações digitais características de laminite, têm encontrado diversas correlações entre aumento de adiposidade e alterações das mensurações radiográficas no dígito de equinos de raças nacionais, como o Crioulo, o Mangalarga Marchador, Campolina e mestiços de Brasileiro de Hipismo (Paz et al., 2013; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2014; Magalhães et al., 2017; Magalhães et al., 2019). Em um estudo com fêmeas Campolina jovens (até cinco anos de idade) observaram-se correlações significativas entre obesidade e distância entre a falange distal e o estojo córneo, contudo a associação não foi caracterizada, uma vez que não houve diferenças estatísticas entre os grupos normal e obeso (Magalhães et al., 2017). No entanto, outro estudo com fêmeas Campolina adultas (acima de 5 anos de idade) com obesidade, identificou alterações na relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal, com destaque para aumento da distância de afundamento e a intensidade dessas alterações ocorreu de forma proporcional ao aumento do acúmulo de gordura subcutânea, principalmente na região do pescoço (Magalhães et al., 2019).

Tabela 14. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (mín), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3) e máximo (máx) das mensurações do casco do membro torácico direito (MTD) de acordo com o escore de condição corporal (ECC) (4 e 5, 6 e 7, 8 e 9).

	ECC 4 E 5								ECC 6 E 7							ECC 8 E 9								
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX
CORF3 (CM)	5	0,79	0,13	0,57	0,69	0,81	0,88	0,93	85	0,95	0,32	0,27	0,76	0,96	1,15	2,16	32	1,08	0,34	0,08	0,91	1,07	1,36	1,63
PARF3 P (CM)	5	1,48	0,26	1,19	1,31	1,44	1,69	1,91	85	1,69	0,22	1,31	1,55	1,66	1,77	3,03	32	1,73	0,34	1,24	1,49	1,71	1,87	3,11
PARF3 D (CM)	5	1,32	0,23	1,18	1,18	1,26	1,50	1,72	85	1,55	0,17	1,10	1,42	1,56	1,68	1,97	32	1,56	0,22	1,17	1,36	1,59	1,75	1,90
PROFSOL (CM)	5	1,62	0,51	1,06	1,17	1,63	2,06	2,40	85	1,64	0,36	0,82	1,39	1,66	1,91	2,41	32	1,67	0,42	0,79	1,35	1,66	1,95	2,65
SUPPINÇA (%)	5	72,35	3,36	68,12	69,24	72,84	75,22	77,02	85	66,63	4,71	58	62,01	67,74	71,13	73,02	32	67,42	4,51	58,00	63,08	69,15	70,93	74,69
BREAKOVER (CM)	5	2,97	0,83	2,28	2,32	2,54	3,85	4,13	85	3,21	0,53	2,18	2,82	3,23	3,59	4,44	32	3,18	0,59	1,75	2,77	3,33	3,55	4,52
COMP2 (CM)	5	3,45	0,33	2,99	3,12	3,60	3,71	3,78	85	3,71	0,24	3,21	3,54	3,69	3,86	4,32	32	3,67	0,27	3,11	3,49	3,70	3,84	4,28
ANGPAL (°)	5	6,79	1,18	5,79	5,89	6,03	8,07	8,20	85	4,75	2,70	-3,61	2,74	4,78	6,34	10,25	32	5,38	3,48	-2,51	3,07	5,30	8,22	11,64
ANGPINÇA (°)	5	49,22	2,54	46,35	46,50	50,32	51,40	51,78	85	49,09	3,33	38,93	47,33	49,57	51,10	56,81	32	50,46	3,04	43,20	48,50	50,41	52,58	55,83
ANGF3 (°)	5	47,31	4,39	41,73	42,98	47,98	51,32	52,68	85	46,68	3,36	35,80	44,17	47,03	49,24	53,79	32	47,79	3,30	40,56	45,67	47,73	50,52	53,09
ANGROT (°)	5	-1,14	4,31	-6,02	-4,78	-2,00	2,93	5,25	85	-2,14	2,72	-10,06	-3,95	-2,05	0,00	3,62	32	-2,23	1,97	-5,65	-3,56	-2,37	-0,90	2,41
ANGAID (°)	5	16,31	5,79	10,75	11,56	13,71	22,37	24,32	85	15,86	6,42	3,48	11,38	16,24	19,64	31,26	32	14,17	8,20	-6,51	8,46	14,83	21,16	30,24
ANGAIP (°)	5	5,42	4,02	0,57	1,99	4,21	9,46	10,66	85	6,65	3,93	-2,75	3,32	7,08	9,25	15,10	32	6,11	3,69	-2,53	3,66	6,40	9,13	13,99
ANGPODFAL (°)	5	159,10	4,13	154,90	155,00	159,40	163,00	164,30	85	159,20	6,34	144,40	155,20	159,40	164,40	171,50	32	160,60	8,48	137,90	155,30	160,30	166,30	178,30
ANGCAS (°)	5	50,08	1,97	46,98	48,29	50,68	51,58	52,22	85	50,00	2,89	43,08	47,94	49,96	51,80	56,65	32	50,74	2,95	44,77	48,63	50,55	53,21	56,02
ANGTAL (°)	5	41,75	6,77	33,20	35,43	42,09	47,92	50,83	85	41,78	6,06	27,28	37,23	41,52	45,22	61,40	32	43,94	4,17	36,87	41,57	42,84	45,97	56,60
CAS-TAL (°)	5	8,33	6,06	-1,23	3,00	8,59	13,53	13,78	85	8,22	5,44	-6,41	4,39	8,76	11,84	23,06	32	6,81	3,82	-3,32	3,84	7,51	9,49	13,84

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMP2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

Tabela 15. Valor de P ao comparar as mensurações dos cacos do MTD quanto ao ECC (4 e 5, 6 e 7, 8 e 9).

	ECC 4 E 5 X 6 E 7	ECC 4 E 5 X 8 E 9	ECC 6 E 7 X 8 E 9
CORF3 (CM)	0,5065	0,1358	0,1188
PARF3 P (CM)	0,2154	0,1217	0,6710
PARF3 D (CM)	0,0278	0,0294	0,9761
PROFSOL (CM)	0,9893	0,9613	0,9480
SUPPINÇA (%)	0,147	0,1415	0,9848
BREAKOVER (CM)	0,6312	0,7200	0,9689
COMPF2 (CM)	0,0702	0,1651	0,7568
ANGPAL (°)	0,2789	0,5701	0,5443
ANGPINÇA (°)	0,9961	0,7059	0,1086
ANGF3 (°)	0,9139	0,9537	0,2594
ANGROT (°)	0,6868	0,6645	0,9850
ANGAID (°)	0,9888	0,7966	0,4709
ANGAIP (°)	0,7696	0,9268	0,7814
ANGPODFAL (°)	0,9995	0,8879	0,5733
ANGCAS (°)	0,9980	0,8821	0,4322
ANGTAL (°)	>0,9999	0,7023	0,1612
CAS-TAL (°)	0,9989	0,8086	0,3743

Distância entre banda coronária e processo extensor da falange distal (afundamento) (CORF3); distâncias entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal proximal (PARF3 P) e distal (PARF3 D); profundidade de sola (PROFSOL); suporte de pinça (SUPPINÇA); comprimento da falange média (COMPF2); ângulo palmar (ANGPAL); ângulo de pinça (ANGPINÇA); ângulo da falange distal (ANGF3); ângulo de rotação da falange distal (ANGROT); ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID); ângulo da articulação interfalangeana proximal (ANGAIP); ângulo do eixo podofalangeano (ANGPODFAL); ângulo da parede dorsal do casco (ANGCAS); ângulo do talão (ANGTAL); diferença entre ângulo do casco e ângulo do talão (talão escorrido) (CAS-TAL).

4. CONCLUSÃO

Equinos Mangalarga Marchador de alto desempenho apresentam, em sua grande maioria, cascos torácicos caracterizados por pinça longa, suporte de carga excessivamente dorsal, eixo podofalangeano quebrado para trás e talões escorridos. Tais características têm sido consideradas como distorções do estojo córneo pela literatura internacional e se constituem em fatores de risco para desenvolvimento de lesões da articulação e do aparato suspensor do boleto.

Estas características são mais marcadas nas fêmeas da raça MM, pois essas apresentaram cascos com pinças mais longas e talões escorridos quando comparadas com os machos, refletindo em menores ângulo palmar, ângulo entre a falange distal e o solo, ângulo da parede dorsal do casco com o solo, ângulo de talão e maior distância de *breakover*.

A faixa etária influencia na relação espacial entre estojo córneo e falange distal nas fêmeas, uma vez que éguas MM acima de 36 meses de idade apresentam maior distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal, na região proximal e distal, e maior distância de *breakover* quando comparadas com as potras até 36 meses.

A adiposidade também é fator preponderante para características do casco destes equinos, pois MM com $ECC \geq 6$ apresentam maior distanciamento na região distal entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal, a qual é uma das mensurações mais importantes e utilizadas para diagnóstico e evolução da laminite.

Esses resultados corroboram com estudos do grupo de pesquisa Equinova (UFMG), que encontraram associações entre sinais de adiposidade e alterações digitais características de laminite em equinos de raças nacionais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, W.. The role of hoof and shoeing. In: Back, W., Clayton, H.M. (Eds.), **Equine locomotion**, first ed. W.B. Saunders, London, pp. 135–166, 2001.

BACK, W.; PILLE, F.. The role of the hoof and shoeing. **Equine locomotion**, p. 147-174, 2013.

BALCH, O. et al. Hoof balance and lameness: improper toe length, hoof angle, and mediolateral balance. **The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA)**, 1995.

BALCH, O. K.; BUTLER, D.; COLLIER, M. A. Balancing the normal foot: hoof preparation, shoe fit and shoe modification in the performance horse. **Equine Veterinary Education**, v. 9, n. 3, p. 143-154, 1997.

BALCH, O. K.; HELMAN, R. Gayman; COLLIER, Michael A. Underrun heels and toe-grab length as possible risk factors for catastrophic musculoskeletal injuries in Oklahoma racehorses. In: **Proceedings**. 2001. p. 334-338.

BARCELOS, K. M. C. et al. Prevalence of tarsal diseases in champion Mangalarga Marchador horses in the marcha picada modality and its association with tarsal angle. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 47, p. 25-30, 2016.

CRABBE, B. Reading Feet. 2015. Disponível em <https://horseandrider.com/how-to/reading-horse-hooves>.

CRAIG, J.; CRAIG, M.; WELTNER, T. Quantifying conformation of the equine digit from lateromedial radiographs. **Proceedings Assoc. Equine Sports Med**, v. 21, p. 20-25, 2001.

CRAIG, J. J.; CRAIG, M. F. Hoof and Bone Morphology of the Equine Digit: Challenges to Some Common Beliefs. 2005.

CRIPPS, P. J.; EUSTACE, R. A. Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. 5, p. 427-432, 1999.

DRUMOND, B. et al. 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, 2016.

EUSTACE, R. A. Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis in Europe. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 26, n. 2, p. 391-405, 2010.

FRALEY, B. T. Acute Sinker syndrome: diagnosis and therapeutic options. In: **North American Veterinary Conference**. 2007. p. 117-118.

HEYMERING, H. O ângulo adequado do casco (on-line). Disponível em: www.thorobred.com.br. 2002.

KANE, A. J. et al. Hoof balance characteristics associated with catastrophic injury of Thoroughbred racehorses. In: **44th Annual Convention of American Association of Equine Practitioners**. American Association of Equine Practitioners, Baltimore (MD), 1998. p. 281-283.

KUMMER, M. et al. The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses. **The Veterinary Journal**, v. 172, n. 1, p. 58-66, 2006.

KUMMER, M. et al. Comparison of the trimming procedure of six different farriers by quantitative evaluation of hoof radiographs. **The Veterinary Journal**, v. 179, n. 3, p. 401-406, 2009.

LINFORD, R. L.; O'BRIEN, T. R.; TROUT, D. R. Qualitative and morphometric radiographic findings in the distal phalanx and digital soft tissues of sound thoroughbred racehorses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, n. 1, p. 38-51, 1993.

MAGALHÃES, J. F. et al. Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1023-1032, 2014.

MAGALHÃES, J. F. et al. Relação espacial entre a falange distal e o estojo córneo em éguas Campolinas jovens com e sem sinais de obesidade. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 1025-1031, 2017.

MAGALHÃES, J. F. et al. Relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal em éguas Campolina adultas com e sem obesidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1773-1780, 2019.

O'GRADY, S. E.; POUPARD D. A. Physiological horseshoeing: an overview. **Equine Veterinary Education**, v. 13, n. 16, p. 330-334, 2001.

O'GRADY S. E.; POUPARD D. A. Proper physiologic horseshoeing. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 333-351, 2003.

O'GRADY, S.E. Basic Farriery for the performance horse. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v. 24, n. 1, p. 203-218, 2008.

PAGE, B.T.; HAGEN, T.L. Breakover of the hoof and its effect on structures and forces within the hoof. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 22, n. 6, p. 258 - 264, 2002.

PARKS, A.H.; O'GRADY, S.E. Chronic laminitis: current treatment strategies. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v.19, p.393-416, 2003.

PAZ, Cahuê Francisco Rosa et al. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1699-1705, 2013.

PLEVIN, S.; MCLELLAN, J.; O'KEEFFE, T. Association between sesamoiditis, subclinical ultrasonographic suspensory ligament branch change and subsequent clinical injury in yearling Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 5, p. 543-547, 2016.

POLLITT, C. C. **Equine laminitis: current concepts**. Rural Industries Research and Development Corporation, 116p., 2008.

REDDEN, R. F. Hoof capsule distortion: understanding the mechanisms as a basis for rational management. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 443-462, 2003.

REDDEN, R. F. A. Identifying and treating negative palmar angle. In: **Depth equine podiatry symposium notes**. 2010. Disponível em: <
http://www.nanric.com/identifying_negative%20_palmar_angle.html>

SHERLOCK, C.; PARKS, A. Radiographic and radiological assessment of laminitis. **Equine Veterinary Education**, v.25, n.10, p.524-535, 2013.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. Laminitis in the horse: a review. **Veterinary quarterly**, v. 21, n. 4, p. 121-127, 1999.

STASHAK, T. S. et al.. Trimming and shoeing for balance and soundness. In: STASHAK, T.S. **Adams' lameness in horses**. 5. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 1081-1142.

THRALL, D.E. (4Ed). **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. Philadelphia: Saunders, 2002. 758p.

TURNER, Tracy A. Diagnosis and treatment of the navicular syndrome in horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 5, n. 1, p. 131-144, 1989.

WRIGHT, I. M. A study of 118 cases of navicular disease: clinical features. **Equine veterinary journal**, v. 25, n. 6, p. 488-492, 1993.

XAVIER, V. F. et al. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 672-680, 2014.

CAPÍTULO V

ANÁLISE COMPARATIVA DA EVOLUÇÃO DAS MEDIDAS CORPORAIS E RADIOGRÁFICAS DO CASCO EM EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR PARTICIPANTES DA EXPOSIÇÃO NACIONAL DA RAÇA ENTRE OS ANOS DE 2011 E 2017/2018

1. INTRODUÇÃO

Existem diversos métodos de casqueamento descritos para cavalos. Esses métodos vêm sofrendo mudanças ao longo dos anos, em busca de um balanceamento e equilíbrio do casco avaliado individualmente.

O casqueamento é capaz de alterar várias medidas e ângulos do casco, como a distância de breakover, o ângulo do casco, ângulo do talão, distância entre a parede dorsal do casco e a face dorsal da falange distal, entre outras.

Historicamente, os cascos dos cavalos MM são comumente aparados para manter a pinça longa com o intuito de destacar o gesto da marcha e promover maior conforto ao cavaleiro. Essa conduta faz com que os talões fiquem escorridos e o eixo podofalangeano quebrado para trás, aumentando o estresse sobre o ligamento suspensor do boleto. Em um estudo avaliando 20 animais MM, 100% deles tinham eixo casco-quartela quebrado para trás (Drumond et al, 2016). Além disso, cavalos com talões escorridos tendem a aumentar a compressão do osso navicular associado ao aumento da força de tensão no tendão flexor digital profundo (TFDP), predispondo à síndrome do navicular (Turner, 1989).

Observa-se, ao longo dos anos, uma mudança nessa conduta de casqueamento, em busca de um melhor balanceamento do casco desses cavalos.

Além disso, como já discutido nos capítulos III e IV, é comum alimentação desbalanceada e práticas inadequadas no manejo e treinamento. Uma parcela das consequências de tais equívocos pode ser facilmente demonstrada observando-se as altas prevalências de obesidade e de distorções no estojo córneo relatadas na literatura nacional (Paz et al., 2013; Magalhães et al., 2014; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2017).

Assim, o objetivo desse capítulo é fazer uma avaliação descritiva e comparativa da evolução das medidas corporais e do casco do membro torácico direito de equinos MM de alto rendimento avaliados durante a exposição nacional da raça nos anos de 2011, 2017 e 2018.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como base um banco de dados decorrente de uma parceria firmada com a Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM) que permitiu o exame de equinos de ambos os sexos e diversas faixas etárias participantes das Exposições Nacionais da raça em 2011, 2017 e 2018 (Capítulo II). Para esta coleta de dados, os proprietários assinaram um termo de autorização e sigilo de acordo instruções do CEUA/UFMG. Protocolo CEUA 22/2017.

Para o presente capítulo, com relação às variáveis corporais, foram considerados os equinos examinados nos anos de 2011 e 2018, uma vez que as variáveis de adiposidade não foram analisadas em 2017. As variáveis consideradas foram sexo, idade, peso, altura, ECC, escore de pescoço, comprimento de pescoço e diâmetros tomados a partir de pontos localizados a 25%, 50% e 75% da distância da nuca até a cernelha (comprimento do pescoço). Em relação a esse último parâmetro, considerou-se apenas o diâmetro a 75% no ano de 2011, uma vez que os demais não foram registrados. A metodologia utilizada para aferição das variáveis corporais e de adiposidade foram descritas no capítulo II.

Com relação às mensurações do casco, foram considerados os equinos avaliados nos 3 diferentes anos quanto ao exame radiográfico lateromedial do casco do membro torácico direito dos animais (MTD) (EcoRay CO., Ltd 1060HF – Korea), pois no ano de 2011 foi realizada avaliação radiográfica apenas do casco do MTD dos animais, enquanto nos anos de 2017 e 2018 foram radiografados ambos os cascos dos membros torácicos. A metodologia utilizada para avaliação morfométrica do casco foram descritas no capítulo II.

Realizou-se análise descritiva de todas as variáveis numéricas e categóricas. Para as variáveis numéricas, foram calculados os principais índices de estatística descritiva (e.g.

média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, quartis). Para as variáveis categóricas foram calculadas as frequências relativas e absolutas para cada classe. As médias foram comparadas de acordo com sexo e/ou faixa etária utilizando-se o teste t de Student ou ANOVA totalmente casualizada, respectivamente, para variáveis paramétricas ou Mann-Whitney ou Kruskal Allis, respectivamente, para as não paramétricas. Foram utilizados os pacotes estatísticos R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019) e o Prism 9.3.0 (GraphPad Software LCC), considerando-se um nível de significância de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis corporais e dos cascos dos membros torácicos direito de fêmeas avaliadas no ano 2011 e nos anos 2017 e 2018, estão na tabela 16, enquanto os resultados dos machos estão na tabela 17. Como não houve diferença com relação a idade e ao escore de condição corporal (ECC), não foi necessário fazer a avaliação considerando esses fatores separadamente.

Tabela 16. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P das variáveis corporais e de adiposidade e das variáveis de casco do membro torácico direito (MTD) de fêmeas avaliadas nos anos de 2011 e 2017/2018.

	FÊMEAS								FÊMEAS								P Valor
	2011								2017 – 2018								
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	
IDADE (MESES)	49	73,10	31,07	24,00	51,00	72,00	84,00	168,00	38	62,37	26,96	17,00	43,50	60,00	84,00	132,00	0,0944
ECC (°)	45	7,04	0,46	6,00	7,00	7,00	7,00	8,00	23	6,91	1,16	4,00	6,00	7,00	8,00	8,00	0,8091
PESO (KG)	46	415,90	31,29	320,00	400,00	420,00	436,00	461,00	23	433,50	39,37	368,00	400,00	436,00	461,00	520,00	0,047
ALTURA (CM)	48	147,80	3,73	141,00	144,30	147,50	151,00	155,00	23	147,20	3,09	142,00	145,00	146,30	149,80	154,00	0,501
EP (°)	43	2,67	0,52	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	23	3,39	0,66	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	<0,0001
CP (CM)	39	61,44	14,47	40,00	47,00	70,00	74,00	85,00	23	81,39	7,76	72,00	76,00	80,00	84,00	102,00	<0,0001
D75%	41	99,11	6,72	78,00	96,00	98,00	104,50	111,00	23	115,70	7,11	98,00	112,00	116,00	120,00	134,00	<0,0001
CORF3 (CM)	49	1,07	0,33	0,34	0,80	1,10	1,33	1,66	38	0,93	0,27	0,51	0,75	0,93	1,12	1,52	0,0378
PARF3 P (CM)	49	1,73	0,16	1,41	1,61	1,73	1,84	2,07	38	1,50	0,19	1,00	1,41	1,47	1,60	2,00	<0,0001
PARF3 D (CM)	49	1,62	0,14	1,27	1,55	1,63	1,72	1,97	38	1,36	0,20	1,03	1,20	1,32	1,48	1,86	<0,0001
PROFSOL (CM)	49	1,81	0,27	1,16	1,64	1,81	2,02	2,31	38	1,38	0,30	0,80	1,12	1,43	1,64	1,95	<0,0001
SUPPINÇA (%)	49	67,74	3,68	60,71	65,03	67,59	69,82	75,98	38	66,86	4,21	58,56	64,37	66,42	70,36	74,23	0,3018
BREAKOVER (CM)	49	3,54	0,37	2,48	3,25	3,49	3,79	4,44	38	2,67	0,41	2,01	2,42	2,58	2,90	3,57	<0,0001
COMP2 (CM)	49	3,77	0,22	3,33	3,62	3,74	3,92	4,32	38	3,38	0,21	2,90	3,19	3,43	3,58	3,69	<0,0001
ANGPAL (°)	49	3,72	2,57	-3,61	2,32	3,54	5,37	9,65	38	5,36	2,74	-2,51	4,19	5,67	6,59	11,91	0,0052
ANGPINÇA (°)	49	48,65	3,00	39,26	47,01	49,09	50,81	55,27	38	49,87	3,03	42,36	48,35	49,36	51,25	56,84	0,0644
ANGF3 (°)	49	46,62	3,11	39,26	44,03	46,85	48,57	52,91	38	46,76	4,06	40,06	43,37	47,17	49,88	56,67	0,8544
ANGROT (°)	49	-1,54	2,22	-4,91	-3,37	-1,90	0,40	3,62	38	-2,89	3,31	-9,05	-5,08	-3,41	-1,06	5,84	0,0261
ANGAID (°)	49	17,21	6,56	3,48	12,80	17,10	20,49	31,26	38	10,45	8,29	-14,39	4,79	10,50	17,09	25,67	<0,0001
ANGAIP (°)	49	7,68	3,70	-0,78	5,17	7,37	10,08	15,10	38	5,19	3,36	-1,93	2,71	4,89	8,18	11,01	0,0017
ANGPODFAL (°)	49	157,90	7,23	137,90	154,20	158,00	163,50	171,50	38	163,80	7,96	147,10	158,50	162,90	170,60	187,30	0,0005
ANGCAS (°)	49	49,43	2,59	43,08	47,94	49,78	51,24	54,51	38	50,49	2,94	44,77	48,58	50,02	52,56	58,00	0,0786
ANGTAL (°)	49	41,97	5,65	31,49	37,02	41,79	45,49	54,39	38	41,59	5,38	27,28	37,54	42,00	44,27	56,31	0,7505
CAS-TAL (°)	49	7,46	4,98	-4,63	3,16	7,89	11,29	16,10	38	8,90	5,12	-1,23	5,66	8,87	12,39	23,06	0,1903

Tabela 17. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P das variáveis corporais e de adiposidade e das variáveis de casco do membro torácico direito (MTD) de machos avaliados nos anos de 2011 e 2017/2018.

	2011								2017 – 2018								P Valor
	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	N	M	DP	MIN	Q1	MED	Q3	MAX	
IDADE (MESES)	30	73,20	35,18	24,00	48,00	69,00	84,00	204,00	48	74,17	30,15	18,00	54,25	67,00	88,25	192,00	0,8976
ECC (°)	30	7,13	0,63	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	27	7,00	1,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	0,6834
PESO (KG)	29	408,70	27,02	316,00	395,00	410,00	427,00	461,00	27	415,70	40,52	290,00	390,00	413,00	450,00	486,00	0,4462
ALTURA (CM)	30	149,80	4,00	142,00	146,80	149,00	153,30	158,00	27	148,80	4,31	136,00	146,60	149,00	151,00	156,90	0,3623
EP (°)	30	3,17	0,70	1,00	3,00	3,00	4,00	4,00	27	3,74	0,66	2,00	3,00	4,00	4,00	5,00	0,0022
D75%	27	107,40	7,85	90,00	102,00	106,00	112,00	123,00	27	122,20	7,65	98,00	118,00	122,00	126,00	136,00	<0,0001
CORF3 (CM)	29	0,95	0,41	0,08	0,71	0,93	1,25	2,16	48	0,92	0,26	0,34	0,77	0,94	1,09	1,55	0,6821
PARF3 P (CM)	29	1,84	0,38	1,36	1,68	1,73	1,95	3,11	48	1,58	0,27	1,16	1,43	1,55	1,66	2,87	0,0008
PARF3 D (CM)	29	1,64	0,15	1,36	1,56	1,64	1,76	1,93	48	1,39	0,18	1,06	1,27	1,36	1,48	1,86	<0,0001
PROFSOL (CM)	29	1,77	0,35	1,05	1,58	1,71	1,99	2,65	48	1,39	0,33	0,79	1,17	1,34	1,60	2,40	<0,0001
SUPPINÇA (%)	29	67,49	3,28	59,84	66,02	67,71	69,67	73,70	48	65,82	4,45	58,00	62,47	65,17	68,43	77,02	0,0844
BREAKOVER (CM)	29	3,36	0,41	2,62	3,08	3,35	3,62	4,52	48	2,71	0,50	1,75	2,38	2,64	2,95	4,13	<0,0001
COMPF2 (CM)	29	3,89	0,17	3,47	3,78	3,86	4,02	4,15	48	3,46	0,21	2,92	3,33	3,44	3,60	3,88	<0,0001
ANGPAL (°)	29	5,00	2,86	-0,07	2,84	5,66	7,64	9,46	48	5,97	2,95	-1,77	4,17	5,56	8,23	11,64	0,1625
ANGPINÇA (°)	29	50,70	3,05	45,14	48,82	50,38	52,52	56,53	48	50,51	3,29	38,93	49,48	50,68	52,14	57,21	0,8066
ANGF3 (°)	29	48,33	3,16	40,83	46,04	49,07	51,10	53,79	48	47,67	3,49	35,80	45,80	47,51	50,12	56,85	0,4133
ANGROT (°)	29	-2,05	2,07	-6,96	-3,17	-2,05	-0,64	1,59	48	-2,91	3,05	-10,06	-4,97	-2,85	-0,72	3,24	0,1845
ANGAID (°)	29	14,21	7,41	-6,51	8,56	15,08	20,76	26,31	48	10,30	9,84	-9,69	2,73	11,07	19,11	30,79	0,0692
ANGAIP (°)	29	5,29	3,92	-1,48	1,79	5,48	7,95	14,17	48	4,76	4,29	-5,40	1,93	5,15	7,86	13,99	0,5853
ANGPODFAL (°)	29	161,40	7,25	147,00	155,50	162,60	167,00	178,30	48	164,10	9,06	145,60	156,50	164,40	171,20	183,70	0,1822
ANGCAS (°)	29	51,23	2,97	45,84	49,20	51,46	53,16	56,65	48	51,22	2,83	44,37	49,26	51,03	53,36	57,26	0,9842
ANGTAL (°)	29	42,56	5,90	29,25	39,02	42,12	46,54	55,84	48	44,26	5,46	32,48	40,92	43,30	47,49	61,40	0,2037
CAS-TAL (°)	29	8,68	5,37	-0,76	4,14	8,92	11,61	20,10	48	6,96	5,60	-6,41	3,37	7,47	9,71	20,53	0,1912

Com relação às características corporais e de adiposidade, observou-se diferença significativa quanto ao peso ($P= 0,047$), escore de pescoço (EP, $P= <0,0001$), comprimento de pescoço (CP, $P= <0,0001$) e diâmetro de pescoço a 75% do comprimento (D75%, $P= <0,0001$) das fêmeas (Tab.16). Apesar de terem apresentado maior peso, EP e D75% com o passar dos anos, não houve diferença quanto ao ECC ($P= 0,8091$). Isso pode indicar tanto uma melhora no condicionamento físico dos animais quanto uma possível diferença entre os avaliadores dos anos de 2011 para 2017/18, uma vez que os avaliadores não foram os mesmos em 2011. Apesar disso, a metodologia utilizada para as avaliações foram as mesmas, conforme descrito na metodologia dessa tese (capítulo II).

Para os machos, também houve diferença quanto ao escore de pescoço (EP) ($P= 0,0022$), comprimento de pescoço (CP) ($P= <0,0001$) e diâmetro de pescoço a 75% do comprimento (D75%) ($P= <0,0001$). Assim como discutido para as fêmeas, esse resultado pode ser devido a melhora do condicionamento dos animais ou devido a uma possível diferença entre os avaliadores de 2011 para 2017/2018.

Com relação às medidas de casco, as fêmeas apresentaram diferença quanto a distância entre a banda coronária e o processo extensor da falange distal, também chamada de distância de afundamento (CORF3) ($P= 0,0378$), distância proximal e distal entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal (PARF3 P e PARF3 D) ($P= <0,0001$), profundidade de sola (PROFSOL) ($P= <0,0001$), breakover (BREAKOVER) ($P= <0,0001$), comprimento da falange média (COMPF2) ($P= <0,0001$), ângulo palmar (ANGPAL) ($P= 0,0052$), ângulo de rotação da falange distal (ANGROT) ($P= 0,0261$), ângulo da articulação interfalangeana distal (ANGAID) ($P= <0,0001$) e proximal (ANGAIP) ($P= 0,0017$) e ângulo podofalangeano (ANGPODFAL) ($P= 0,0005$). Desses, todos apresentaram redução com o passar dos anos, com exceção do ângulo palmar e ângulo podofalangeano. Apesar do aumento do ANGPAL, os valores continuaram dentro das referências (Back, 2001) e o aumento do ANGPODFAL se aproximou do considerado ideal, que seria 180° (Parks, 2003; Craig e Craig, 2005).

Já para os machos, houve diferença quanto a PARF3 P ($P= 0,0008$), PARF3 D ($P= <0,0001$), PROFSOL ($P= <0,0001$), BREAKOVER ($P= <0,0001$) e COMPF2 ($P= <0,0001$). Para todas essas variáveis houve redução ao longo dos anos avaliados.

De forma geral, foi possível verificar que algumas medidas indicadoras de laminite tenderam a melhorar, como a redução da CORF3, PARF3 P, PARF3 D e ANGROT. De forma semelhante, observa-se tendência de um equilíbrio melhor do casco, como redução do BREAKOVER, dos ANGAID e ANGAIP e aumento do ANGPODFAL.

Pode-se observar um aumento do ângulo palmar, se aproximando do valor considerado normal por Back (2001), que é aproximadamente 5°. Esse achado pode ajudar a explicar a redução na espessura de sola (PROFSOL). No entanto, considerando que a espessura de sola deve ser de no mínimo 15 mm, de acordo com Redden (2003), os animais em 20017/2018 estão com espessura de sola menor do que o recomendável. Uma espessura de sola inadequada é causa comum de lesões crônicas (Moyer, 1989). Porém, Linford et. al. (1993) encontraram um valor de 11,1 ($\pm 1,3$ mm) em equinos da raça Puro Sangue de corrida entre 4 e 9 anos de idade.

É muito importante ressaltar que o ângulo palmar (Kummer et. al., 2006) e a espessura de sola podem sofrer grande variação com diferentes práticas de casqueamento. Como os animais são de diferentes épocas e regiões, a prática de casqueamento adotada para cada um pode ser um dos grandes fatores relacionados a essas diferenças. Ainda mais considerando que as práticas de casqueamento e ferrageamento vem sofrendo alterações ao longo dos anos em busca de um melhor equilíbrio e balanceamento do casco.

Apesar da distância de afundamento da falange distal (CORF3) variar de acordo com as características individuais, raça, tamanho do cavalo (Cripps e Eustace, 1999), essa medida não é alterada pelo casqueamento (Kummer et al., 2009). Em outro trabalho, avaliando animais da mesma raça, Magalhães et. al. (2014) encontraram uma média de 11,75 mm em éguas MM sem claudicação e sem sinais de obesidade. De acordo com a literatura internacional, essa distância pode ser até 10mm (Pollitt, 2008) ou até 15 mm (Redden, 2003).

Vários trabalhos avaliaram a distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal, proximal e distal, em diferentes grupos e raças. Os valores variaram entre 15 mm e 19 mm, aproximadamente (Linford, et. al., 1993; Back, 2001; Pollitt, 2008; Goulet, et. al., 2015; Grundmann et. al., 2015). Magalhães et. al. (2014), estudando uma população de éguas MM, encontrou média proximal de 20,5 mm ($\pm 1,89$) e distal de 18,9 mm ($\pm 1,85$). Em vários estudos, assim como no presente trabalho, a distância distal é menor que a proximal. De acordo com Sherlock e Parks (2013), isso ocorre devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo. Essa mensuração, quando avaliada juntamente com o ângulo palmar, pode fornecer importantes informações em relação à rotação disto-palmar da falange distal (Redden, 2003). Para Pollit (2008), um acréscimo de 2 a 3 mm nessa distância é extremamente significativo no contexto agudo ou crônico inicial da laminite.

Segundo Pollitt (2008), as superfícies dorsais da muralha e da falange distal devem formar linhas paralelas em equinos normais. Em casos de laminite, com a fragilidade da junção entre casco e falange, forma-se um ângulo distal positivo entre essas duas linhas, que aumenta à medida que a falange se rotaciona, tracionada pelo tendão flexor profundo. A média encontrada para o ângulo de rotação da falange distal nos equinos avaliados em 2017/2018 foi semelhante ao encontrado em éguas MM por Magalhães et.al. (2014), média geral de $-2,5$ ($\pm 1,65$) graus. Outros estudos também encontraram média de ângulo negativo em diferentes raças, $-1,6^\circ$ ($\pm 2,6$) em éguas Crioula (Paz et.al., 2013); $-2,87^\circ$ ($\pm 1,32$) em éguas Campolina jovens (Magalhães et.al., 2017) e $-2,53^\circ$ ($\pm 1,48$) em éguas Campolina adultas (Magalhães et.al., 2019). Todos esses trabalhos diferem do esperado ângulo zero, que caracteriza o paralelismo. Porém, corroboram com Sherlock e Parks (2013), que afirmaram que a distância na região distal entre parede do casco e falange distal pode ser menor do que na região proximal, devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo.

Um dos resultados que mostram uma possível melhora das condições de casqueamento e ferrageamento dos animais em 2017/2018, comparando com os animais em 2011, é a redução do *breakover*. Essa variável é invariavelmente alterada pelo casqueamento e

ferrageamento (Bras & Redden, 2018). Sabe-se que quanto maior o comprimento da pinça, mais agudo o ângulo dorsal do casco, mais tempo e força são necessários para rolar a pinça durante o passo. Com isso, há atraso do *breakover* e aumento da tensão exercida no tendão flexor digital profundo (Craig et. al., 2001; O'Grady e Poupard, 2001). O crescimento da pinça também resulta em um eixo podofalangeano quebrado para trás, condição que também causa aumento da tensão sofrida na inserção do TFDP na falange distal (Page & Hagen, 2002).

Outros resultados que corroboram com essa melhora das condições de casqueamento e ferrageamento são o aumento do ângulo do eixo podofalangeano e redução nos ângulos das articulações interfalangeanas, proximal e distal.

Alguns autores citam que o ângulo do eixo podofalangeano deve ser de 180 graus, enquanto outros autores relatam que não ocorre o paralelismo perfeito (Parks, 2003; Craig e Craig, 2005). No entanto, ângulo menor do que 180° indica que o eixo está quebrado para trás. Animais com o eixo quebrado para trás geralmente apresentam a parede do casco mais horizontal do que a quartela, pinça comprida e talões curtos, sobrecarregando as estruturas palmares como talões, osso navicular e a inserção do TFDP (Crabbe, 2015).

De acordo com Stashak et al., (2002), para que haja alinhamento entre as três falanges os ângulos das articulações interfalangeanas proximal e distal devem ser próximos de zero. Porém, um estudo com 151 cascos dos membros torácicos de equinos de diferentes raças detectou que a média (\pm DP) do ângulo $8,27\pm 9,04$ graus na AID e $5,78\pm 5,18$ graus na AIP.

De forma geral, é possível observar que ocorreu uma melhora nas condições de casqueamento e ferrageamento, ao comparar os animais avaliados em 2011 e em 2017/2018, porém, ainda existem alterações quanto ao equilíbrio do casco.

4. CONCLUSÃO

Entre os anos de 2011 e 2017/2018, apesar de não ter se observado redução nos níveis de adiposidade, houve uma redução nas medidas de variáveis indicadoras de laminite e uma melhoria em alguns parâmetros de conformação de casco. Tais fatores indicam

uma maior nas condições de casqueamento e ferrageamento de equinos MM de alto desempenho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, W.. The role of hoof and shoeing. In: Back, W., Clayton, H.M. (Eds.), **Equine locomotion**, first ed. W.B. Saunders, London, pp. 135–166, 2001.

BACK, W.; PILLE, F.. The role of the hoof and shoeing. **Equine locomotion**, p. 147-174, 2013.

BRAS, R. J.; REDDEN, R.. Understanding the basic principles of podiatry. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 34, n. 2, p. 391-407, 2018.

CRABBE, B. Reading Feet. 2015. Disponível em <https://horseandrider.com/how-to/reading-horse-hooves>.

CRAIG, J.; CRAIG, M.; WELTNER, T. Quantifying conformation of the equine digit from lateromedial radiographs. **Proceedings Assoc. Equine Sports Med**, v. 21, p. 20-25, 2001.

CRAIG, J. J.; CRAIG, M. F. Hoof and Bone Morphology of the Equine Digit: Challenges to Some Common Beliefs. 2005.

CRIPPS, P.; EUSTACE, R. Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. **Equine Veterinary Journal**, v.31, p.427-432, 1999.

DRUMOND, B. et al. 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, 2016.

KUMMER, M. et al. The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses. **The Veterinary Journal**, v. 172, n. 1, p. 58-66, 2006.

KUMMER, M. et al. Comparison of the trimming procedure of six different farriers by quantitative evaluation of hoof radiographs. **The Veterinary Journal**, v. 179, n. 3, p. 401-406, 2009.

LINFORD, R. L.; O'BRIEN, T. R.; TROUT, D. R. Qualitative and morphometric radiographic findings in the distal phalanx and digital soft tissues of sound thoroughbred racehorses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, n. 1, p. 38-51, 1993.

MAGALHÃES, J. F. et al. Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1023-1032, 2014.

MAGALHÃES, Jéssica F. et al. Relação espacial entre a falange distal e o estojo córneo em éguas Campolinas jovens com e sem sinais de obesidade. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 1025-1031, 2017.

MAGALHÃES, J. F. et al. Relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal em éguas Campolina adultas com e sem obesidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1773-1780, 2019.

MOYER, W. Chronic subsolar bruising. In: **Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners**, San Diego. Proceedings... Lexington: American Association of Equine Practitioners, p. 333-335, 1989.

O'GRADY, S. E.; POUPARD D. A. Physiological horseshoeing: an overview. **Equine Veterinary Education**, v. 13, n. 16, p. 330-334, 2001.

PAGE, B.T.; HAGEN, T.L. Breakover of the hoof and its effect on structures and forces within the hoof. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 22, n. 6, p. 258 - 264, 2002.

PARKS, A.H.; O'GRADY, S.E. Chronic laminitis: current treatment strategies. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v.19, p.393-416, 2003.

PAZ, C. F. R. et al. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1699-1705, 2013.

POLLITT, C. C. **Equine laminitis: current concepts**. Rural Industries Research and Development Corporation, 2008.

REDDEN, R. F. Hoof capsule distortion: understanding the mechanisms as a basis for rational management. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 443-462, 2003.

SHERLOCK, C.; PARKS, A. Radiographic and radiological assessment of laminitis. **Equine Veterinary Education**, v. 25, n. 10, p. 524-535, 2013.

STASHAK, T. S. et al.. Trimming and shoeing for balance and soundness. In: STASHAK, T.S. **Adams' lameness in horses**. 5. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 1081-1142.

TURNER, Tracy A. Diagnosis and treatment of the navicular syndrome in horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 5, n. 1, p. 131-144, 1989.

XAVIER, V. F. et al. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 672-680, 2014.

CAPÍTULO VI

ANÁLISE DESCRITIVA E COMPARATIVA DOS GRAUS DE LESÃO DOS BOLETOS E DO LIGAMENTO SUSPENSOR DO BOLETO DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR PARTICIPANTES DA EXPOSIÇÃO NACIONAL DA RAÇA

1. INTRODUÇÃO

Nas exposições nacionais, os animais participam de concursos de andamento e de morfologia e, durante o condicionamento para essas exposições, muitas vezes são submetidos a treinamento em redondel por períodos variáveis de tempo, o que pode predispor a desenvolvimento de alterações osteoarticulares (Garcia et.al., 2009).

Poucos estudos foram conduzidos sobre as lesões ortopédicas que afetam o cavalo MM, porém há evidências de que processos degenerativos como a síndrome do navicular e a osteoartrite (OA) tenham prevalência destacada nessa raça (Barcelos et al., 2016). A articulação metacarpofalangeana é particularmente susceptível à osteoartrite e lesões traumáticas, pois sendo uma articulação condilar de alto movimento, altas forças biomecânicas durante o exercício são geradas. A degeneração da articulação do boleto é a principal origem da claudicação em cavalos de corrida chegando a 33% dos cavalos em treinamento apresentam algum sinal de OA (Cruz, et al. 2008 e Neundorf, 2010).

A osteoartrite (OA) é definida como uma doença das articulações diartrodiais, ou seja, articulações que permitem ampla faixa e variações de movimentos, com graus variáveis de destruição da cartilagem articular, esclerose do osso subcondral e formação de osteófitos marginais (McIlwraith, 1982). É uma doença articular dolorosa, caracterizada clinicamente por calor, dor, inchaço e redução da amplitude de movimentação das articulações acometidas. Apesar da etiopatogenia não estar completamente entendida (Kirker-Head et. al., 2000), qualquer tipo de lesão articular pode levar ao desenvolvimento de OA. É uma das doenças mais prevalentes e debilitantes que afeta tanto humanos e cavalos, e tem um impacto econômico extremamente negativo. Um levantamento realizado pelo Departamento de Agricultura dos EUA indica que até 60% das claudicações estão relacionadas à OA (USDA, 2001). Em equinos atletas, o boleto é a articulação mais comumente relatada com lesões traumáticas e degenerativas (Kawcak et.al., 2000). A doença da articulação metacarpofalangeana tem sido relatada

como principal causa de claudicação, perda de dias de treinamento e perda de renda no cavalo de corrida Puro-Sangue. Outro estudo mostrou que um terço dos cavalos Puro-Sangue de 2 e 3 anos tinham lesões da cartilagem metacarpofalangeana e OA (Neundorf et.al., 2010).

A incidência de distúrbios que afetam a articulação metacarpofalangeana (articulação do boleto) e suas estruturas associadas é relatada como alta em atletas equinos (Murray et al., 2010). O ângulo dorsal da articulação metacarpofalangeana determina o grau de extensão no boleto (Anderson et al., 2004). Em particular, essa angulação determina a carga nos tendões e ligamentos associados e sua suscetibilidade a lesões (Weller et al., 2006; Lawson et al., 2007). Essas estruturas suportam a articulação do boleto na resistência à hiperextensão durante a carga (Dyce et al., 2010). Assim, alta carga causa uma alta incidência de patologias nessas estruturas (Dyson, 2002; Murray et al., 2010), como é frequentemente visto no TFDS e TFDP (Dowling et al., 2000; Patterson-Kane e Firth, 2009).

Estudo prévio do grupo de pesquisa EQUINOVA encontrou alta taxa de osteoartrite da articulação do tarso em 50 equinos MM campeões de marcha picada na 33ª Nacional do Mangalarga Marchador em 2014 (Barcelos, et al., 2016).

Assim, o objetivo desse capítulo é fazer uma análise descritiva e comparativa dos graus de lesão do boleto, avaliados por meio de exame radiográfico e dos graus de lesão no ligamento suspensor do boleto (LSB), avaliados por meio de exame ultrassonográfico, de equinos Mangalarga Marchador (MM) participantes da exposição nacional da raça.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como base um banco de dados decorrente de uma parceria firmada com a Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM) que permitiu o exame de equinos de ambos os sexos e diversas faixas etárias participantes das Exposições Nacionais da raça em 2011, 2017 e 2018 (Capítulo II). Para esta coleta de dados, os proprietários assinaram um termo de autorização e sigilo de acordo instruções do CEUA/UFMG. Protocolo CEUA 22/2017.

Para este capítulo foram considerados os equinos avaliados nos anos de 2017 e 2018 quanto ao exame radiográfico dos boletos dos quatro membros (EcoRay CO., Ltd 1060HF

– Korea) e quanto ao exame ultrassonográfico do LSB dos membros torácicos dos animais (AX8 VET ABLA import, com probe linear de 10 MHz). No ano de 2011 não foram feitas essas avaliações.

As imagens radiográficas foram obtidas por projeções lateromedial, dorsopalmar e oblíquas a 45° da região do boleto dos membros torácicos e pélvicos, de maneira padronizada. As imagens radiográficas foram analisadas por dois avaliadores com objetivo de verificar lesões características de osteocondrose e osteoartrite. Os escores foram estabelecidos conforme consenso entre os dois avaliadores, de acordo com Bertoni et. al. (2020). Foram considerados os seguintes parâmetros e seus respectivos escores de graduação, de acordo com metodologia previamente descrita por Bertoni et. al. (2020) e Kirker-Head et.al. (2000): osteofitose (0-3), esclerose do osso subcondral (0-5), irregularidades ósseas (0-5), osteólise (0-1) e redução do espaço articular (0-5). Osteofitose (0 = nenhum; 1= pequeno; 2= médio; 3= grande). Esclerose do osso subcondral (0= nenhuma; 1= suspeita ou placa óssea subcondral mais densa; 2= zonas escleróticas localizadas; 3= reação esclerótica confinada, envolvendo grande parte da placa óssea subcondral; 4= esclerose se estendendo de forma desigual pela epífise; 5= extensiva esclerose envolvendo toda placa óssea subcondral e estendendo-se através da epífise). Irregularidades ósseas (0= nenhuma; 1= pequena depressão na margem subcondral, levemente irregular; 2= erosão superficial do osso subcondral sem esclerose; 3= erosão superficial do osso subcondral com zonas restritas de esclerose; 4= erosão irregular proeminente ou lise cística do osso subcondral e epífise, com ou sem esclerose; 5= severa erosão ou lesão cística estendendo-se pela epífise, com esclerose e periostite). Osteólise (0 = nenhuma; 1 = presente). Redução do espaço articular (0 = normal/ausente; 1 = leve ou orientação desigual do espaço articular; 2 = estreitamento, com espaço ainda observado entre as duas extremidades ósseas; 3 = extremidades ósseas se tocando em alguns lugares; 4 = acompanhada por esclerose subcondral; 5 = anquilose).

Ainda nas imagens radiográficas dos boletos, para avaliação dos sesamóides proximais, foi utilizada a escala de graduação específica para sesamoidite, descrita por Plevin et al. (2016):

Grau 0 – achados não significantes;

Grau 1 – canais vasculares paralelos ≤ 2 mm;

Grau 2 – um canal vascular divergente ≥ 2 mm;

Grau 3 – dois ou mais canais vasculares divergentes ≥ 2 mm;

Grau 4 – radiolucencia abaxial;

Grau 5 – alteração da borda abaxial.

As imagens ultrassonográficas foram obtidas por meio de escaneamento longitudinal e transversal da origem, inserção e ramos do ligamento suspensor do bolete dos membros torácicos, com probe linear de 10 MHz. Para avaliação ultrassonográfica (US), foi utilizada uma escala de graduação dos achados, adaptada de acordo com Plevin & McLellan (2014):

- A classificação adotada para os ramos do suspensor do bolete (LSB) foi de 0 a 4 sendo que: 0 para sem alterações, 1 para leve fragmentação de fibras com discreto aumento de volume, 2 para fragmentação de fibras com discreto aumento de volume e fibrose, 3 para fragmentação de fibras, aumento de volume com ou sem fibrose e com lesão anecogênica de 10% da área total, e 4 para fragmentação de fibras, aumento de volume com ou sem fibrose e com lesão anecogênica de mais de 10% da área.

- Para as alterações ultrassonográficas nos sesamóides utilizou-se graduação de 0 a 3 sendo que: 0 para sem alterações, 1 para leve irregularidade da borda óssea, 2 para moderada irregularidade da borda óssea com fragmentação e 3 para severa irregularidade da borda óssea com fragmentação e deformação.

- A inserção proximal do ligamento suspensor do bolete as lesões foram graduadas de 0 a 3: sendo 0 para sem alterações, 1 para discreto aumento de tamanho, 2 para aumento de tamanho significativo com fibrose, e 3 para aumento de tamanho com lesão anecogênica.

- A silhueta óssea do terceiro metacarpo na origem do ligamento suspensor do bolete foi graduada de 0 a 3 sendo: 0 (zero) para sem irregularidades, 1 para discreta irregularidade, 2 para espessamento definido e formação de espículas ósseas, e 3 para proliferação óssea bem definida.

Realizou-se análise descritiva de todas as variáveis numéricas e categóricas. Para as variáveis numéricas, foram calculados os principais índices de estatística descritiva (e.g. média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, quartis). Para as variáveis categóricas foram calculadas as frequências relativas e absolutas para cada classe. As médias foram comparadas de acordo com membro, sexo e faixa etária utilizando-se o teste t de Student ou ANOVA totalmente casualizada, respectivamente, para variáveis paramétricas ou Mann-Whitney ou Kruskal Allis, respectivamente, para as não paramétricas. Foram utilizados os pacotes estatísticos R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019) e o Prism 9.3.0 (GraphPad Software LCC), considerando-se um nível de significância de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 86 animais no total, sendo 48 machos e 38 fêmeas. Desses, 36 foram avaliados durante a exposição nacional da raça em 2017 e 50 em 2018.

Inicialmente foi avaliada a frequência relativa das lesões dos boletos, por meio de exame radiográfico, considerando todos os quatro membros avaliados (Fig. 13 a 16).

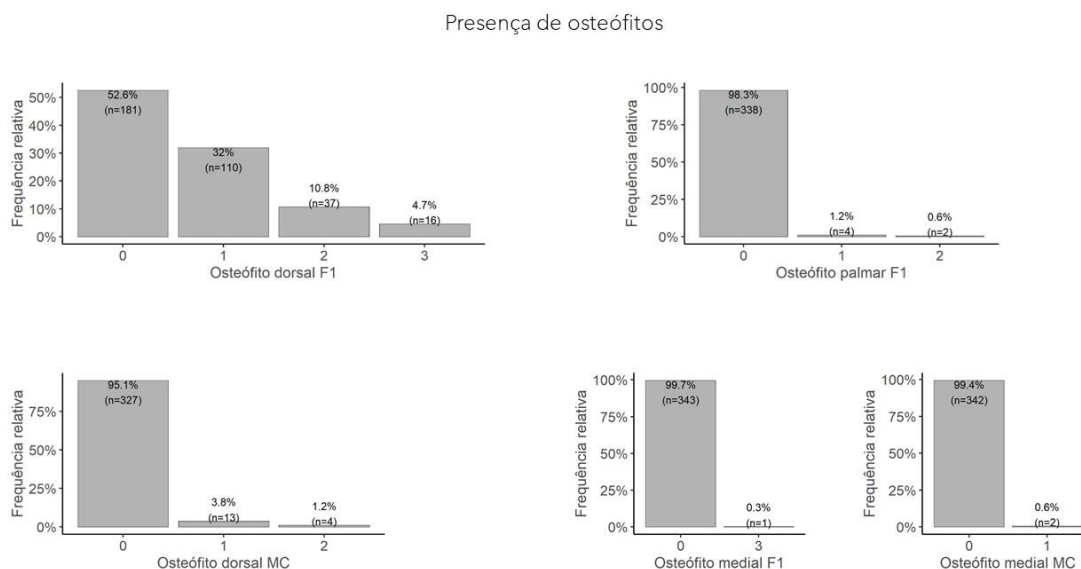


Figura 13. Frequência relativa de osteófitos nas regiões dorsal, palmar e medial da falange proximal (F1) e nas regiões dorsal e medial do metacarpo/metatarso (MC).

Irregularidades e diminuição do espaço articular

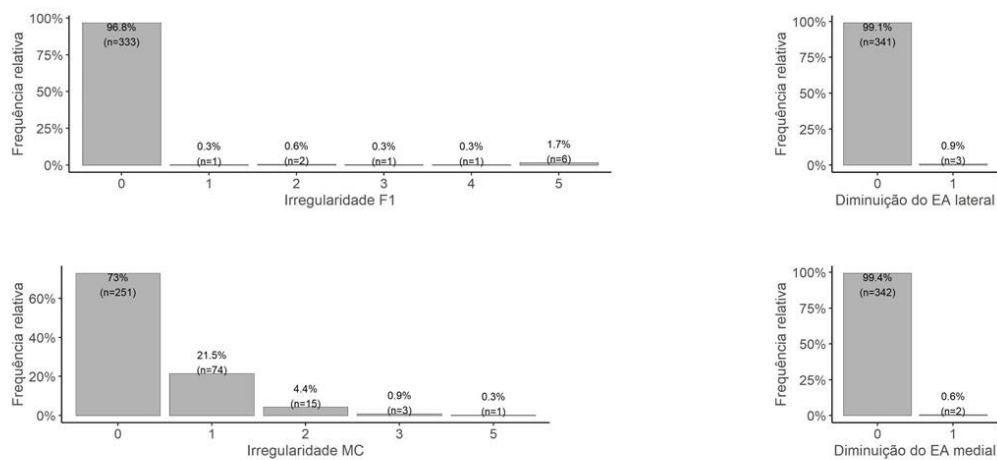


Figura 14. Frequência relativa de irregularidades ósseas da falange proximal (F1) e do metacarpo/metatarso (MC) e diminuição do espaço articular lateral e medial da articulação metacarpo/metatarsofalangeana.

Fragmentos e osteólise do metacarpo e da falange proximal

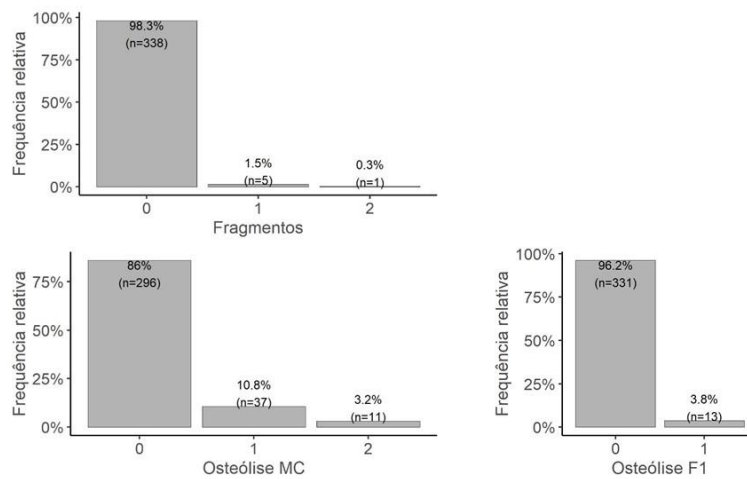


Figura 15. Frequência relativa de fragmentos ósseos e osteólise na falange proximal (F1) e no metacarpo/metatarso (MC).

Dilatação dos canaliculos e esclerose e osteólise dos sesamoides

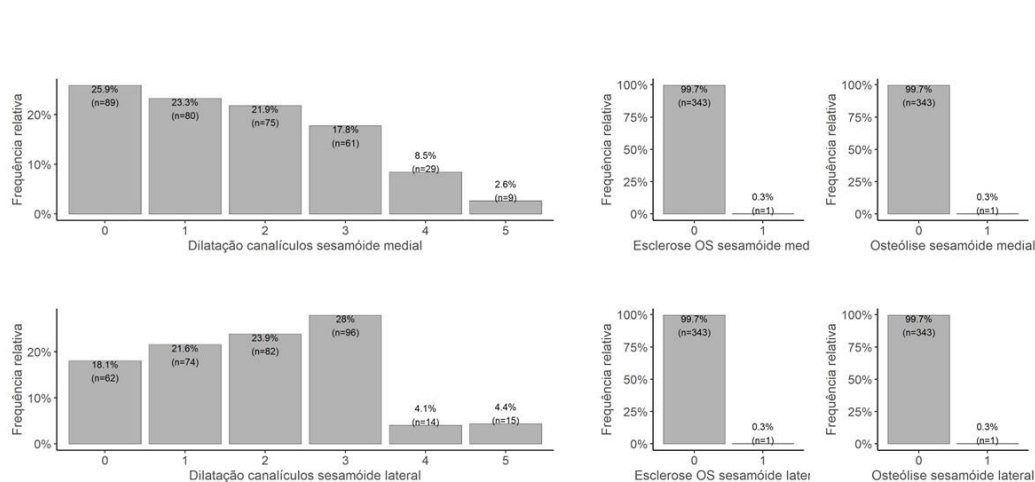


Figura 16. Frequência relativa de dilatação dos canaliculos, esclerose e osteólise dos sesamoides medial e lateral.

De forma geral, as alterações mais frequentes foram osteofitose na região dorsal da falange proximal (47,4%); irregularidades na região distal do metacarpo/metatarso (27%) e na região proximal da falange proximal (3,2%); alterações nos canais vasculares dos sesamoides proximais medial (74,1%) e lateral (81,9%).

O uso de técnicas de imagem é essencial para confirmar o diagnóstico de doença articular degenerativa e avaliar a gravidade das lesões. A radiografia ainda oferece uma excelente representação de ossos. O diagnóstico radiográfico da OA baseia-se na presença de lise ou esclerose do tecido ósseo subcondral, osteófitos periarticulares e em alguns casos redução do espaço articular (Denoix & Audigie, 2004). Osteófitos podem se formar no início do desenvolvimento da OA e pode ser visto antes do estreitamento do espaço articular (van der Kraan and & van den Berg, 2007). Porém, o exame ultrassonográfico tem sido relatado como mais sensível do que a radiografia para a detecção de irregularidades periarticulares, remodelação ou osteófitos (Denoix, 1998). No entanto, a radiografia e a ultrassonografia têm limitações. Ambos não têm a capacidade de avaliar com precisão a cartilagem articular e o osso subcondral. Tomografia Computadorizada (TC) e Ressonância Magnética (MRI) são técnicas de imagem que podem superar essas limitações para fornecer uma avaliação transversal e tridimensional (Nelson et.al., 2018). No presente estudo não foi utilizado o exame

ultrassonográfico para avaliação geral da articulação devido ao número de animais avaliados e tempo de avaliação disponível para cada animal, além da impossibilidade de realizar tricotomia, uma vez que os animais estavam participando da Exposição Nacional da raça.

Observa-se uma frequência muito alta de osteófitos na região dorsal da falange proximal, 47,5% dos membros dos animais. A formação de osteófitos é um componente integral da patogênese da osteoartrite (OA) e é uma característica comum na OA. Os osteófitos podem ter um impacto clínico significativo e pode ser uma fonte de dor e perda de função, mas eles também podem estar presentes sem efeitos negativos (van der Kraan and & van den Berg, 2007). Osteófito periarticular é o sinal radiográfico considerado menos propenso a erros de medição que podem ocorrer devido a mudanças sutis no contraste radiográfico ou diferenças potenciais no efeito de ampliação entre exames sucessivos (Bertoni et.al., 2020).

Os achados de esclerose óssea, de forma geral, não foram muito frequentes nesse estudo, porém, foram mais observados nos membros torácicos do que nos membros pélvicos (ESCLEROSEOLSB) ($P < 0,0001$) (Tab. 18). Bertoni et. al. (2020) também observaram pouca evolução dos escores de esclerose óssea após 12 semanas de avaliação de OA induzida cirurgicamente. Justificaram tal achado devido ao curto prazo de avaliação dos animais. A esclerose óssea, ou aumento da densidade óssea, é um sinal de remodelação óssea secundária a estímulos que podem se desenvolver sem sinais clínicos de OA ou pode preceder ou surgir com o desenvolvimento da OA (Olive et. al., 2010). De acordo com Olive et. al. (2010) a esclerose óssea da articulação metacarpofalangeana (MCF) não é avaliada de forma confiável em exames radiográficos, em comparação com TC e MRI. Na TC e na MRI, um escore alto de esclerose subcondral está correlacionado com um maior grau de dano da cartilagem.

Irregularidades ósseas subcondrais detectadas em imagens de TC e MRI foram altamente correlacionadas com a presença de dano grosseiro da cartilagem, mas quase nunca foram detectados no exame radiográfico, provavelmente devido à sobreposição (Olive et. al., 2010). A radiografia convencional frequentemente subestima irregularidades da placa óssea subcondral equina (Laverty et. al., 1991). Recentemente, a baixa sensibilidade do exame radiográfico para detectar lise óssea também foi relatada

cl clinicamente, quando comparada com ressonância magnética (Zubrod et. al, 2004). Apesar disso, encontrou-se 3,2% dos membros com irregularidades ósseas na falange proximal (F1) e 27 % na região distal do metacarpo/metatarso (MC) (Fig. 14).

Alguns dos animais avaliados apresentaram fragmentos ósseos (1,8% dos membros avaliados) (Fig. 15). Apesar de não ter sido um achado muito prevalente, osteocondrose e fraturas traumáticas em “chip” são outras origens frequentes de fragmentos articulares que podem estar associados à osteoartrite (McIlwraith & Vachon, 1988).

Outros parâmetros podem ser avaliados adequadamente na TC e mais ainda em MRI em oposição ao exame radiográfico. Embora aumento de tecido mole periarticular pode ser avaliado em imagens radiográficas com boa repetibilidade, o componente de tecido mole espessado não pode ser diferenciado de derrame sinovial, em oposição ao TC e ainda mais distintamente com a MRI (Olive et. al., 2010).

De acordo com Garcia et al. (2009) o animal é considerado positivo para osteoartrite, ao exame radiográfico, ao apresentar, no mínimo, uma das seguintes alterações nas articulações observadas em pelo menos um dos membros contralaterais: estreitamento ou perda total do espaço articular, formação de osteófitos intra ou periarticulares, proliferação óssea periosteal, esclerose ou osteólise do osso subcondral, além de anquilose. Sendo assim, é possível concluir que a frequência de osteoartrite na articulação MCF na população de equinos da raça MM estudada, animais de alto rendimento participantes da exposição nacional da raça, é elevada.

Foi encontrada uma frequência elevada de dilatação dos canalículos dos sesamoides proximais medial (74,1%) e lateral (81,9%) (Fig. 16). Em um estudo com 50 equinos jovens puro sangue, em início de carreira, 17 (34%) não apresentaram evidência de sesamoidite em nenhum sesamóide e 33 (66%) demonstraram sesamoidite em pelo menos um sesamoide. Sesamoidite é um achado radiológico comum em potros puro sangue de corrida, podendo levar a diminuição do desempenho. Além disso, existe correlação significativa entre sesamoidite e lesão do ramo do ligamento suspensor do boleto (Plevin et al., 2016).

Em seguida, foram avaliadas as frequências relativas das lesões encontradas no exame ultrassonográfico (US) do LSB dos membros torácicos dos animais (Fig. 17).

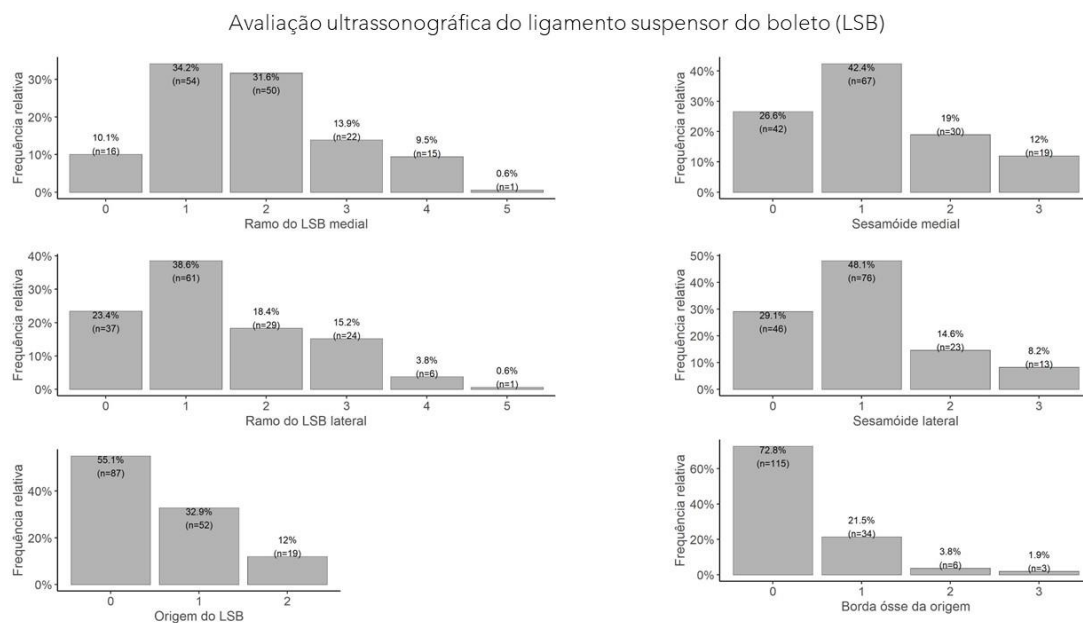


Figura 17. Frequência relativa de lesões encontradas no exame ultrassonográfico (US) na origem, borda óssea e nos ramos medial e lateral do LSB e na região de inserção do ligamento nos sesamoides medial e lateral dos membros torácicos.

Os achados ultrassonográficos da avaliação do LSB foram bastante significativos, principalmente nos ramos do LSB, com maior frequência no ramo medial (89,8%) e lateral (76,6%) do LSB, e na inserção nos sesamoides proximais (73,4% medial e 70,9% lateral).

A desmopatia do ramo do ligamento suspensor (LSB) é uma causa comum de claudicação em cavalos de todas as disciplinas atléticas e é uma causa importante de dias de treinamento perdidos e prejuízos na indústria de corridas do Puro-Sangue (Marneris & Dyson, 2014).

Alguns estudos já identificaram essa diferença na prevalência de lesões entre os ramos medial e lateral do LSB. Lesão no ramo medial do LSB tende a ser mais provável de ocorrer, principalmente lesões moderadas, em comparação com o ramo lateral (Ramzan et al., 2013; Hill et al., 2016), corroborando com os achados do presente estudo. A biomecânica pode ser um fator na distribuição de anormalidades mediolateral dos ramos do ligamento suspensor nestas populações de cavalos (Fairburn et al., 2017). Em contraste, os ramos medial e lateral foram semelhantemente afetados em um estudo

de desmopatia clínica do LSB em uma população de cavalos atletas (Marneris & Dyson, 2014).

Estudo recente do efeito da lesão no LSB na carreira de corrida de jovens Puro-Sangue, demonstraram que os cavalos com lesão iniciaram menos estações de corridas em seus dois e três anos de idade do que aqueles sem lesões. Cavalos com lesões leves de LSB tiveram desempenho semelhante aos controles (aqueles sem lesão no LSB) em sua temporada de três anos, mas lesões moderadas a graves resultaram em desempenho reduzido e aumento do risco de recidiva (Plevin & McLellan, 2014). Lesões moderadas foram identificadas em 22% dos LSB de membros anteriores em um estudo post-mortem recente de cavalos de corrida californianos (Hill et al., 2016).

Outro estudo recente com cavalos de corrida *National Hunt*, com média de 5 anos de idade, encontrou alta prevalência (30,6%) de cavalos com pelo menos um dos ramos do LSB com lesão grau 2 (Fairburn et al., 2017). Esse achado é consideravelmente maior do que os 6,7% relatados anteriormente em cavalos de corrida mais jovens (Ramzan et al., 2013). Muitos estudos estabeleceram que a prevalência de lesões de tendões e ligamentos em cavalos de corrida aumenta com a idade (Hill et al., 2016).

No presente estudo foi identificada elevadas prevalências de alterações radiográficas nos sesamoides proximais e de alterações ultrassonográficas na inserção dos ramos do LSB nos sesamoides. Corroborando com esse achado, Plevin et al. (2016) encontraram uma correlação significativa entre sesamoidite e lesão do ramo do ligamento suspensor do boleto em cavalos puro sangue jovens.

Após avaliação da frequência relativa das lesões, foi feita a análise descritiva e a comparação entre membros torácicos (MT) e membros pélvico (MP) para as lesões radiográficas do boleto (Tab. 18).

Observou-se diferença significativa com relação aos osteófitos dorsais no metacarpo/metatarso (ODORSALMC) ($P= 0,0256$) e na falange proximal (ODORSALF1) ($P= <0,0001$); irregularidade óssea no metacarpo/metatarso (IRREMC) ($P= 0,0276$); dilatação dos canalículos dos sesamoides proximais medial (CANALICULOSM) ($P= <0,0001$) e lateral (CANALICULOSL) ($P= <0,0001$), esclerose (ESCLEROSEOLSB) ($P=$

<0,0001) e osteólise na região de origem do LSB (LISELSB) (P= 0,0002). Para todos esses achados, a média foi estatisticamente maior para os MTs.

Tabela 18. Número de animais (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P dos graus de lesão radiográfica dos boletos dos membros torácicos (MT) e pélvicos (MP).

	TORÁCICO							PÉLVICO							P VALOR		
	N	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	M	DP	MÍN	Q1	MED		Q3	MÁX
ODORSALMC	172	0,093	0,346	0	0	0	0	2	172	0,029	0,200	0	0	0	0	2	0,0256
ODORSALF1	172	1,017	0,908	0	0	1	2	3	172	0,331	0,612	0	0	0	1	3	<0,0001
OPALMARF1	172	0,029	0,200	0	0	0	0	2	172	0,017	0,170	0	0	0	0	2	0,4149
OMEDIALMC	172	0,012	0,108	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,1579
OMEDIALF1	172	0,017	0,229	0	0	0	0	3	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,3201
IRREMC	172	0,413	0,716	0	0	0	1	5	172	0,273	0,573	0	0	0	0	3	0,0276
IRREF1	172	0,180	0,883	0	0	0	0	5	172	0,064	0,509	0	0	0	0	5	0,1247
CANALICULOSM	171	2,456	1,159	0	2	3	3	5	172	1,378	1,276	0	0	1	2	5	<0,0001
CANALICULOSL	171	2,047	1,287	0	1	2	3	5	172	1,302	1,386	0	0	1	2	5	<0,0001
ESCLEROSESL	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,3201
ESCLEROSESM	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,3201
ESCLEROSELSB	172	0,326	0,581	0	0	0	1	2	172	0,017	0,170	0	0	0	0	2	<0,0001
LISELSB	172	0,076	0,265	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,0002
LISEMC	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,3201
LISEF1	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,3201
EAL	172	0,017	0,131	0	0	0	0	1	172	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,0830
EAM	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	0,9967
FRAGMENTOS	172	0,035	0,213	0	0	0	0	2	172	0,006	0,076	0	0	0	0	1	0,1000

Osteófito na região dorsal do metacarpo/metatarso (ODORSALMC); Osteófito na região dorsal da falange proximal (ODORSALF1); Osteófito palmar na falange proximal (OPALMARF1); Osteófito medial no metacarpo/metatarso (OMEDIALMC); Osteófito medial na falange proximal (OMEDIALF1); irregularidades no metacarpo/metatarso (IRREMC); irregularidades na falange proximal (IRREF1); dilatação dos canalículos do sesamóide proximal medial (CANALICULOSM); dilatação dos canalículos do sesamóide proximal lateral (CANALICULOSL); esclerose no sesamóide proximal lateral (ESCLEROSESL); esclerose no sesamóide proximal medial (ESCLEROSESM); esclerose na região da origem do ligamento suspensor do boleto (ESCLEROSELSB); osteólise na região da origem do ligamento suspensor do boleto (LISELSB); osteólise no metacarpo/metatarso (LISEMC); osteólise na falange proximal (LISEF1); redução do espaço articular lateral (EAL); redução do espaço articular medial (EAM); presença de fragmentos (FRAGMENTOS).

Em um estudo realizado com indução de OA nos quatro membros de 8 equinos *Standardbred* Franceses, por meio de fragmentação cirúrgica na falange proximal, não foi observada diferença significativa entre a evolução das alterações entre cavalos e entre membros, para a maioria das variáveis estudadas (Bertoni et.al., 2020).

A próxima avaliação realizada foi a análise descritiva e a comparação quanto ao efeito do sexo no ângulo de boleto dos membros torácicos, nos graus de lesões radiográficas dos boletos dos quatro membros e nos graus dos achados US do LSB dos membros torácicos (Tab. 19).

Encontrou-se poucas diferenças ao comparar fêmeas e machos. Essas diferenças foram com relação à presença de osteófitos na região dorsal da falange proximal (ODORSALF1) (P= 0,012), dilatação dos canalículos dos sesamoides laterais (CANALICULOSL) (P= 0,009) e presença de fragmentos ósseos (FRAGMENTOS) (P= 0,0283). Em um estudo avaliando sesamoidite e lesão no LSB nos membros torácicos de equinos puro sangue jovens, não foram encontradas diferenças entre membros contralaterais e entre sexo (Plevin, et al., 2016), no entanto, não foram avaliados os membros pélvicos.

Como foram encontradas poucas diferenças entre sexo, optou-se por avaliar a influência da idade independentemente do sexo (Tab. 20).

Tabela 19. Número de membros (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P do ângulo de bolete dos membros torácicos, dos graus de lesão radiográfica dos boletos dos quatro membros e dos graus de lesão US do LSB dos membros torácicos das fêmeas e machos.

	FÊMEAS									MACHOS							P VALOR	
	N	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX		
EXAME RADIOGRÁFICO DOS BOLETOS	ANGBOLETO	75	153,50	5,35	141,4	149,4	153,9	156,7	164,5	96	152,200	8,536	132,3	146,6	153,1	157	178,5	0,2456
	ODORSALMC	152	0,06	0,31	0	0	0	0	2	192	0,063	0,263	0	0	0	0	2	0,4745
	ODORSALF1	152	0,55	0,77	0	0	0	1	3	192	0,776	0,890	0	0	1	1	3	0,012
	OPALMARMC	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,000	0,000	0	0	0	0	0	>0,9999
	OPALMARF1	152	0,01	0,11	0	0	0	0	1	192	0,031	0,227	0	0	0	0	2	0,5848
	OMEDIALMC	152	0,01	0,08	0	0	0	0	1	192	0,005	0,072	0	0	0	0	1	0,8716
	OMEDIALF1	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,016	0,217	0	0	0	0	3	0,3767
	IRREMC	152	0,32	0,65	0	0	0	1	5	192	0,365	0,657	0	0	0	1	3	0,5246
	IRREF1	152	0,07	0,57	0	0	0	0	5	192	0,167	0,821	0	0	0	0	5	0,0814
	CANALICULOSM	151	1,96	1,38	0	1	2	3	5	192	1,880	1,299	0	1	2	3	5	0,6402
	CANALICULOSL	151	1,89	1,41	0	1	2	3	5	192	1,500	1,346	0	0	1	2	5	0,009
	ESCLEROSESL	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,005	0,072	0	0	0	0	1	0,3767
	ESCLEROSESM	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,005	0,072	0	0	0	0	1	0,3767
	ESCLEROSEOLSB	152	0,20	0,51	0	0	0	0	2	192	0,146	0,409	0	0	0	0	2	0,3494
	LISELSB	152	0,03	0,18	0	0	0	0	1	192	0,042	0,200	0	0	0	0	1	0,6734
	LISEMC	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,005	0,072	0	0	0	0	1	0,3767
	LISEF1	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,005	0,072	0	0	0	0	1	0,3767
	EAL	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,016	0,124	0	0	0	0	1	0,123
	EAM	152	0,01	0,08	0	0	0	0	1	192	0,005	0,072	0	0	0	0	1	0,8716
	FRAGMENTOS	152	0,00	0,00	0	0	0	0	0	192	0,036	0,214	0	0	0	0	2	0,0283
EXAME US DO LSB	OLSB	68	0,69	0,74	0	0	1	1	2	90	0,478	0,657	0	0	0	1	2	0,0605
	BOO	68	0,38	0,67	0	0	0	1	3	90	0,322	0,633	0	0	0	1	3	0,5517
	RLSBLAT	68	1,41	1,12	0	1	1	2	4	90	1,378	1,176	0	0	1	2	5	0,8314
	RLSBMED	68	1,78	1,12	0	1	2	2,75	4	90	1,822	1,157	0	1	2	2	5	0,8678
	SESALAT	68	1,09	0,91	0	0	1	1,75	3	90	0,967	0,854	0	0	1	1	3	0,4307
	SESAMED	68	1,25	0,98	0	0,25	1	2	3	90	1,100	0,937	0	0	1	2	3	0,3219

Tabela 20. Número de membros (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MÍN), quartil 1 (Q1), mediana (MED), quartil 3 (Q3), máximo (MÁX) e valor de P do ângulo de bolete dos membros torácicos, dos graus de lesão radiográfica dos boletos dos quatro membros e dos graus de lesão US do LSB dos membros torácicos com relação a faixa etária (12 a 35 meses, 36 a 72 meses e acima de 72 meses).

	12 a 35 meses								36 a 72 meses								> 72 meses								P VALOR
	N	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	N	M	DP	MÍN	Q1	MED	Q3	MÁX	
ANGBOLETO	14	156,40	5,529	145,5	154,4	156,5	161,8	164,1	90	152,90	7,924	132,3	148,8	153,7	156,7	178,5	67	151,90	6,612	135,7	146,7	152,4	157	168,6	0,1037
ODORSALMC	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,050	0,243	0	0	0	0	2	135	0,089	0,356	0	0	0	0	2	0,2989
ODORSALF1	28	0,321	0,548	0	0	0	1	2	179	0,643	0,832	0	0	0	1	3	135	0,793	0,899	0	0	1	1	3	0,0204
OPALMARF1	28	0,107	0,416	0	0	0	0	2	179	0,011	0,105	0	0	0	0	1	135	0,022	0,192	0	0	0	0	2	0,0734
OMEDIALMC	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,006	0,075	0	0	0	0	1	135	0,007	0,086	0	0	0	0	1	0,8947
OMEDIALF1	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,000	0,000	0	0	0	0	0	135	0,022	0,258	0	0	0	0	3	0,4646
IRREMC	28	0,429	0,634	0	0	0	1	2	179	0,341	0,619	0	0	0	1	3	135	0,326	0,700	0	0	0	0	5	0,4835
IRREF1	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,078	0,575	0	0	0	0	5	135	0,193	0,926	0	0	0	0	5	0,3226
CANALICULOSM	28	2,250	1,041	0	2	2	3	5	179	1,894	1,287	0	1	2	3	5	134	1,896	1,437	0	1	2	3	5	0,3521
CANALICULOSL	28	2,643	1,162	0	2	3	3	5	179	1,564	1,374	0	0	1	3	5	134	1,604	1,371	0	0	2	3	5	0,0004
ESCLEROSESL	28	0,036	0,189	0	0	0	0	1	179	0,000	0,000	0	0	0	0	0	135	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,0037
ESCLEROSESM	28	0,036	0,189	0	0	0	0	1	179	0,000	0,000	0	0	0	0	0	135	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,0037
ESCLEROSEOLSB	28	0,036	0,189	0	0	0	0	1	179	0,196	0,487	0	0	0	0	2	135	0,170	0,450	0	0	0	0	2	0,2252
LISELSB	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,039	0,194	0	0	0	0	1	135	0,044	0,207	0	0	0	0	1	0,5322
LISEMC	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,000	0,000	0	0	0	0	0	135	0,007	0,086	0	0	0	0	1	0,4646
LISEF1	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,006	0,075	0	0	0	0	1	135	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,6343
EAL	28	0,036	0,189	0	0	0	0	1	179	0,011	0,105	0	0	0	0	1	135	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,162
EAM	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,006	0,075	0	0	0	0	1	135	0,007	0,086	0	0	0	0	1	0,8947
FRAGMENTOS	28	0,000	0,000	0	0	0	0	0	179	0,006	0,075	0	0	0	0	1	135	0,044	0,240	0	0	0	0	2	0,0839
OLSB	12	0,750	0,866	0	0	0,5	1,75	2	80	0,488	0,574	0	0	0	1	2	66	0,636	0,797	0	0	0	1	2	0,5942
BOO	12	0,417	0,669	0	0	0	1	2	80	0,350	0,638	0	0	0	1	3	66	0,333	0,664	0	0	0	0,25	3	0,7964
RLSBLAT	12	0,917	0,669	0	0,25	1	1	2	80	1,450	1,135	0	1	1	2	5	66	1,409	1,228	0	0	1	2,25	4	0,3726
RLSBMED	12	1,333	1,073	0	1	1	2	4	80	1,775	1,055	0	1	2	2	5	66	1,924	1,232	0	1	2	3	4	0,1853
SESALAT	12	1,667	0,985	0	1	1,5	2,75	3	80	1,100	0,851	0	1	1	1	3	66	0,803	0,827	0	0	1	1	3	0,0042
SESAMED	12	1,583	0,793	0	1	2	2	3	80	1,113	0,842	0	1	1	2	3	66	1,152	1,099	0	0	1	2	3	0,1758

Na tabela 20 estão as análises descritivas e a comparação quanto ao efeito da faixa etária no ângulo de boleto dos membros torácicos, nos graus de lesões radiográficas dos boletos dos quatro membros e nos graus dos achados US do LSB dos membros torácicos.

No presente estudo a média geral do ângulo dorsal do boleto foi de $152,8^\circ (\pm 7,32^\circ)$, não houve diferença estatística quanto ao sexo (Tab.19) e faixa etária (Tab.20). Em um estudo, avaliando 30 equinos *Warmblood* com média de 155,24 cm de altura, a média do ângulo foi de $149,11^\circ \pm 5.33$ para os membros torácicos esquerdos e $148,16^\circ \pm 5.97$ para os membros torácicos direitos ($p=0.002$). Essa diferença entre os membros direito e esquerdo foi interpretada pelos autores do trabalho como o pastoreio lateralizado e o comportamento motor que determinam a maneabilidade e a carga desigual em cavalos também podem levar a assimetria na articulação do boleto, com maior extensão na articulação direita (Hagen et al., 2018). O mesmo estudo mostrou que a orientação individual do casco e o ângulo da falange distal não interagem com a articulação do boleto. Mas o comprimento e a orientação sagital das falanges proximais têm maior impacto nessa articulação. Pode-se dizer que quanto mais longas as falanges proximais, maior a extensão na articulação do boleto, assim como o aumento da altura da cernelha. Isso pode ser explicado geometricamente pelo fato de que, com o aumento do comprimento dessas falanges, um braço de alavanca mais longo afeta a articulação do boleto.

Foi identificado uma maior frequência de osteófitos dorsais na falange proximal (ODORSALF1) ($P= 0,0204$) em animais de maior faixa etária, porém, outros achados foram mais frequentes em animais mais jovens, como dilatação dos canaliculos dos sesamoides laterais (CANALICULOSL) ($P= 0,0004$), presença de esclerose nos sesamoides laterais (ESCLEROESL) ($P= 0,0037$) e mediais (ESCLEROESM) ($P= 0,0037$) e alterações US nos sesamoides laterais (SESALAT) ($P= 0,0042$).

Um estudo avaliando potros MM de 12 a 36 meses de idade, identificou que 83,3% (25/30) apresentam osteoartrite társica juvenil em pelo menos um dos membros, embora apenas 20% (6/30) manifestassem claudicação associada ao tarso durante o exame clínico. Os autores concluíram que o treinamento precoce e excessivo desses animais, associado à sobrecarga mecânica da cartilagem articular imatura e flacidez de

ligamentos, pode estar envolvido no desencadeamento da osteoartrite társica juvenil na população estudada (Garcia et al., 2009).

Além disso, como já discutido anteriormente, sesamoidite é um achado comum em animais jovens (Plevin et al., 2016), corroborando com os achados desse trabalho.

4. CONCLUSÃO

A maioria dos equinos MM de alto desempenho apresentam lesões na articulação e no aparato suspensor do boleto, com elevada prevalência de dilatação de canalículos (78%) e irregularidades nas bordas dos sesamoides proximais (72,2%), lesões nos ramos (82,8%) e na origem (44,9%) do ligamento suspensor do boleto e osteófitos dorsais na falange distal (47,7%), condizentes com osteoartrite boleto, sesamoidite e desmite proximal e de ramos de ligamento suspensor do boleto.

Apesar das lesões serem encontradas tanto nos membros torácicos quanto nos pélvicos, os membros torácicos são acometidos com maior intensidade na ocorrência de osteófitos dorsais no metacarpo/metatarso e na falange proximal, nas irregularidades óssea no metacarpo/metatarso, na dilatação dos canalículos dos sesamoides proximais medial e lateral e na esclerose e osteólise na região de origem do LSB.

Existem poucas lesões influenciadas pelo sexo, sendo elas: osteófitos na região dorsal da falange proximal e presença de fragmentos ósseos, maiores em machos e dilatação dos canalículos dos sesamoides laterais, maior nas fêmeas.

As prevalências de sesamoidite e osteoartrite são influenciadas pela idade, sendo a primeira mais evidente em animais mais jovens e a segunda mais aparente nos mais velhos.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, T. M.; MCILWRAITH, C. W.; DOUAY, P. The role of conformation in musculoskeletal problems in the racing Thoroughbred. **Equine veterinary journal**, v. 36, n. 7, p. 571-575, 2004.

BARCELOS, K. M. C. et al. Prevalence of tarsal diseases in champion Mangalarga Marchador horses in the marcha picada modality and its association with tarsal angle. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 47, p. 25-30, 2016.

BERTONI, L. et al. An experimentally induced osteoarthritis model in horses performed on both metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints: Technical, clinical, imaging, biochemical, macroscopic and microscopic characterization. **PloS one**, v. 15, n. 6, p. e0235251, 2020.

CRUZ, A. M.; HURTIG, M. B. Multiple pathways to osteoarthritis and articular fractures: is subchondral bone the culprit?. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 24, n. 1, p. 101-116, 2008.

DENOIX, J. M. et al. Ultrasound examination of joints and miscellaneous tendons. **Rantanen NW, McKinnon AO. Equine Diagnostic Ultrasonography. Rantanen NW, McKinnon AO. Baltimore: Williams and Wilkins**, p. 475-514, 1998.

Denoix J-M, Audigie F. Imaging of the musculoskeletal system in horses. **Equine sports medicine and surgery**. Elsevier, pp. 161–187, 2004.

DOWLING, B. A. et al. Superficial digital flexor tendonitis in the horse. **Equine veterinary journal**, v. 32, n. 5, p. 369-378, 2000.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C.J. G.. **Textbook of veterinary anatomy**. Elsevier Health Sciences, 2010.

DYSON, S.. Lameness and poor performance in the sport horse: dressage, show jumping and horse trials. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 4, n. 22, p. 145-150, 2002.

FAIRBURN, A. J.; BUSSCHERS, E.; BARR, A. R. S. Subclinical ultrasonographic abnormalities of the suspensory ligament branches in National Hunt racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 49, n. 4, p. 475-479, 2017.

GARCIA, R. S. et al. Estudo clínico e radiográfico da osteoartrite társica juvenil em potros da raça mangalarga marchador. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 254-260, 2009.

HAGEN, J.; KOJAH, K.; GEIGER, M.. Correlations between the equine metacarpophalangeal joint angulation and toe conformation in statics. **Open veterinary journal**, v. 8, n. 1, p. 96-103, 2018.

HILL, A. E. et al. Prevalence, location and symmetry of noncatastrophic ligamentous suspensory apparatus lesions in California Thoroughbred racehorses, and association of these lesions with catastrophic injuries. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 1, p. 27-32, 2016.

KAWCAK, C. E. et al. Clinical effects of exercise on subchondral bone of carpal and metacarpophalangeal joints in horses. **American journal of veterinary research**, v. 61, n. 10, p. 1252-1258, 2000.

KIRKER-HEAD, C. A. et al. Concentrations of substance P and prostaglandin E2 in synovial fluid of normal and abnormal joints of horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 61, n. 6, p. 714-718, 2000.

LAVERTY, S. et al. Radiographic, high detail radiographic, microangiographic and histological findings of the distal portion of the tarsus in weanling, young and adult horses. **Equine veterinary journal**, v. 23, n. 6, p. 413-421, 1991.

LAWSON, S. EM et al. Effect of toe and heel elevation on calculated tendon strains in the horse and the influence of the proximal interphalangeal joint. **Journal of Anatomy**, v. 210, n. 5, p. 583-591, 2007.

MARNERIS, D.; DYSON, S. J. Clinical features, diagnostic imaging findings and concurrent injuries in 71 sports horses with suspensory branch injuries. **Equine Veterinary Education**, v. 26, n. 6, p. 312-321, 2014.

MCILWRAITH, C. W.. Current concepts in equine degenerative joint disease. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 180, n. 3, p. 239-250, 1982.

MCILWRAITH, C. W.; VACHON, A.. Review of pathogenesis and treatment of degenerative joint disease. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, p. 3-11, 1988.

MURRAY, R. C. et al. Identification of risk factors for lameness in dressage horses. **The Veterinary Journal**, v. 184, n. 1, p. 27-36, 2010.

NELSON, B. B. et al. Recent advances in articular cartilage evaluation using computed tomography and magnetic resonance imaging. **Equine veterinary journal**, v. 50, n. 5, p. 564-579, 2018.

NEUNDORF, R. H. et al. Determination of the prevalence and severity of metacarpophalangeal joint osteoarthritis in Thoroughbred racehorses via quantitative macroscopic evaluation. **American journal of veterinary research**, v. 71, n. 11, p. 1284-1293, 2010.

OLIVE, J. et al. Comparison of magnetic resonance imaging, computed tomography, and radiography for assessment of noncartilaginous changes in equine metacarpophalangeal osteoarthritis. **Veterinary radiology & ultrasound**, v. 51, n. 3, p. 267-279, 2010.

PATTERSON-KANE, J. C.; FIRTH, E. C. The pathobiology of exercise-induced superficial digital flexor tendon injury in Thoroughbred racehorses. **The Veterinary Journal**, v. 181, n. 2, p. 79-89, 2009.

PLEVIN, S.; MCLELLAN, J. The effect of insertional suspensory branch desmitis on racing performance in juvenile Thoroughbred racehorses. **Equine veterinary journal**, v. 46, n. 4, p. 451-457, 2014.

PLEVIN, S.; MCLELLAN, J.; O'KEEFFE, T. Association between sesamoiditis, subclinical ultrasonographic suspensory ligament branch change and subsequent clinical injury in yearling Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 5, p. 543-547, 2016.

RAMZAN, P. H. L. et al. Subclinical ultrasonographic abnormalities of the suspensory ligament branch of the athletic horse: a survey of 60 Thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 45, n. 2, p. 159-163, 2013.

USDA. National economic cost of equine lameness, colic, and equine protozoal myeloencephalitis in the United States. **Information sheet**, 2001.

VAN DER KRAAN, P. M.; VAN DEN BERG, W. B. Osteophytes: relevance and biology. **Osteoarthritis and cartilage**, v. 15, n. 3, p. 237-244, 2007.

WELLER, R. et al. The effect of conformation on orthopaedic health and performance in a cohort of National Hunt racehorses: preliminary results. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. 7, p. 622-627, 2006.

ZUBROD, C. J. et al. Use of magnetic resonance imaging for identifying subchondral bone damage in horses: 11 cases (1999–2003). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 224, n. 3, p. 411-418, 2004.

CAPÍTULO VII

CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR ENTRE MEDIDAS CORPORAIS, MORFOMETRIA DE CASCO E PARÂMETROS DE LESÕES NA ARTICULAÇÃO E LIGAMENTO SUSPENSOR DO BOLETO DOS MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS MANGALARGA MARCHADOR DE ALTO DESEMPENHO

1. INTRODUÇÃO

Estudos prévios do Grupo de Pesquisa Equinova vêm demonstrando que existe correlação positiva entre variáveis indicadoras de laminite endocrinopática, como o aumento da distância entre a falange distal e a parede dorsal do casco e entre o processo extensor da falange distal e a banda coronária com medidas de aumento de adiposidade como escores de condição corporal e de crista de pescoço, diâmetro de pescoço e espessura do tecido adiposo subcutâneo na base da cauda (Paz et al., 2013; Magalhães et al., 2014; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2017).

No entanto, não se tem conhecimento de nenhum trabalho realizado com um grande número de equinos Mangalarga Marchador, ou até mesmo outras raças, nacionais ou internacionais, visando identificar a correlação e grau de associação entre variáveis corporais, morfometria de casco e lesões no boleto o no ligamento suspensor do boleto (LSB).

Assim, o objetivo desse capítulo é fazer a correlação e a análise de regressão linear de maior relevância clínica quanto a associação entre medidas corporais, morfometria de casco e lesões no boleto e no LSB dos membros torácicos de equinos MM participantes da exposição nacional da raça.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como base um banco de dados decorrente de uma parceria firmada com a Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador (ABCCMM) que permitiu o exame de equinos de ambos os sexos e diversas faixas etárias participantes das Exposições Nacionais da raça em 2011, 2017 e 2018 (Capítulo II). Para esta coleta de dados, os proprietários assinaram um termo de autorização e sigilo de acordo instruções do CEUA/UFMG. Protocolo CEUA 22/2017.

Para o presente capítulo foram consideradas todas as variáveis para realização do teste de correlação entre elas (arquivo anexo). A metodologia utilizada para avaliação de cada variável já foi descrita nos capítulos anteriores.

Após a realização do teste de correlação entre todas as variáveis (arquivo anexo), foram selecionadas duplas de variáveis com maior relevância clínica para realização da regressão linear e da razão de prevalência. As análises estatísticas foram realizadas através do software R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de correlação entre todas as variáveis estão no arquivo anexo. Já os resultados da análise de regressão linear entre as duplas selecionadas pela maior relevância clínica estão demonstrados pelos gráficos de dispersão.

Nas Figuras 18 a 22 estão representadas as análises de correlação, regressão linear e razão de prevalência considerando variáveis corporais e de adiposidade confrontadas com medidas morfológicas do casco e variáveis relacionadas às lesões de boleto e LSB.

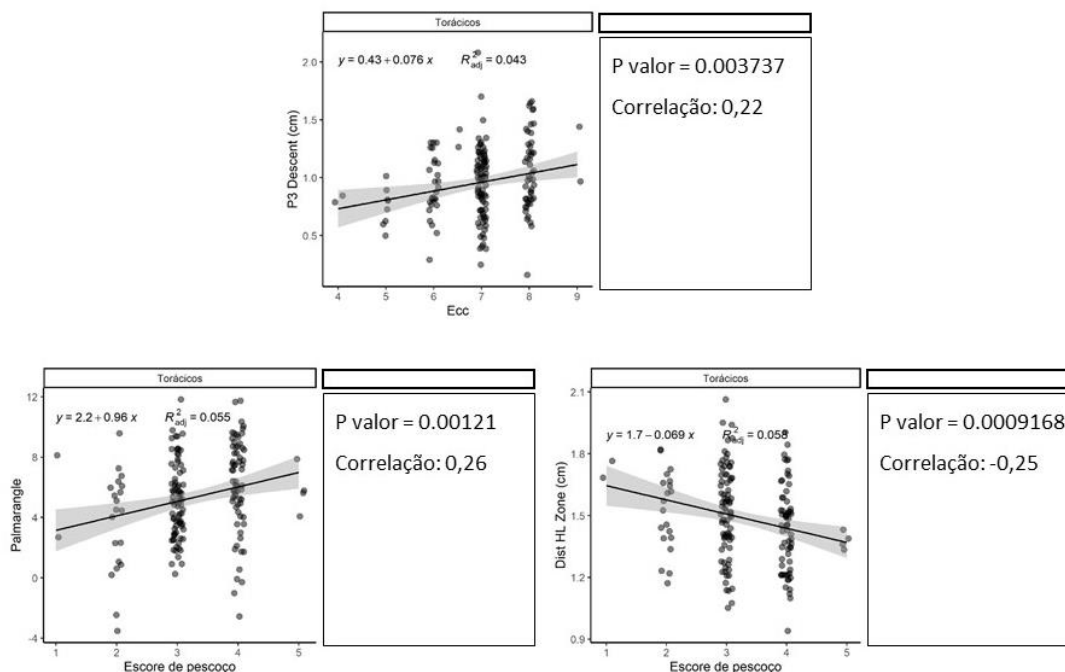


Figura 18. Gráfico de dispersão entre escore de condição corporal (ECC) e distância de afundamento da falange distal (P3 Descent); escore de pescoço (EP) e distância distal entre a superfície dorsal da falange distal e a parede dorsal do casco (Dist. HL Zone); escore de pescoço e ângulo palmar (Palmarangle).

Prevalência de alterações na posição da falange distal em Marchadores com e sem sinais de obesidade

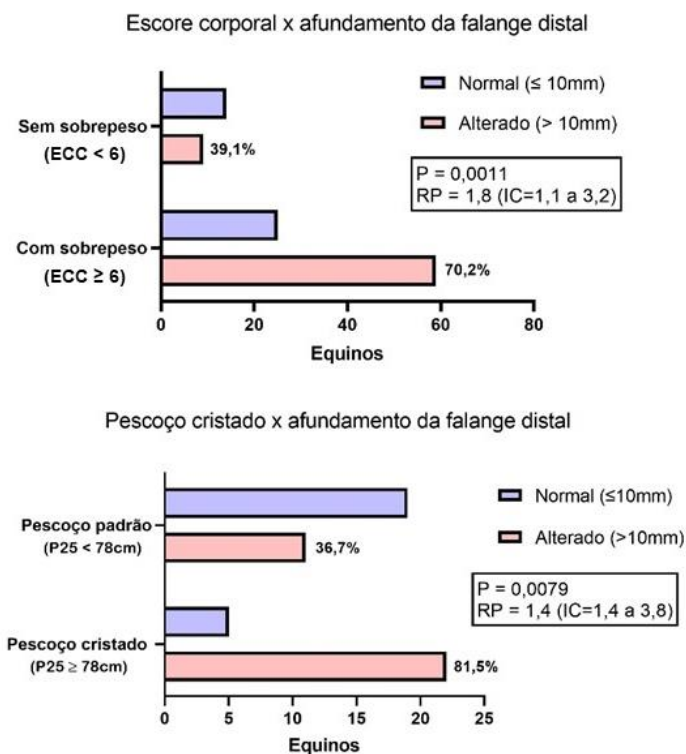


Figura 19. Gráficos de razão de prevalência de afundamento da falange distal em equinos Mangalarga Marchador com sobrepeso (ECC >6) e sem sobrepeso (ECC ≤ 6) e em equinos com pescoço cristado (D25% ≥ 78 cm) e sem pescoço cristado (D25% < 78 cm).

Foi possível observar que quanto maior o ECC maior é a distância de afundamento (P3 Decent) (P= 0.003737; r= 0,22) (Fig. 18). O gráfico mostra que para cada 1 grau a mais no ECC, aumenta 0,8 mm na distância entre o processo extensor da falange distal e a banda coronária em pelo menos 4% dos casos. Essa correlação também foi bem determinada por Magalhães et al. (2019) para éguas Campolina adultas (P< 0,01 e r= 0,47), na qual distância de afundamento da falange distal foi cerca de 20% superior nas éguas obesas (12,3±2,5 contra 10,2±2,2mm no grupo controle). Além disso, na Figura 19 é possível observar que animais com sobrepeso (ECC >6) tiveram prevalência 1,8 vezes maior de afundamento da falange distal do que os animais sem adiposidade (P=0,0011), enquanto os animais com pescoço cristado (D25% ≥ 78 cm) tiveram prevalência 1,4 vezes maior de afundamento (P=0,0079).

Ainda no trabalho de Magalhães et al. (2019), outras correlações importantes foram encontradas entre as medidas de adiposidade e a distância de afundamento da falange distal, como o escore de pescoço (0,34) e as circunferências de pescoço tomadas a 25% ($r=0,28$), a 50% ($r=0,30$) e 75% ($r=0,42$) de seu comprimento.

O escore de pescoço teve correlação negativa com a distância distal entre o casco e a falange distal ($P= 0.0009168$ e $r= -0,25$) (Fig 18). Para éguas Campolina adultas não foi observado correlação significativa entre escore de pescoço e distância entre casco e falange distal, apesar de terem sido encontradas outras correlações positivas entre medidas de adiposidade e essa distância, como peso ($P<0,01$ e $r= 0,52$), D25% ($P= 0,01$ e $r= 0,37$), D50% ($P= 0,01$ e $r= 0,35$) e D75% ($P<0,01$ e $r= 0,52$) (Magalhães et al., 2019).

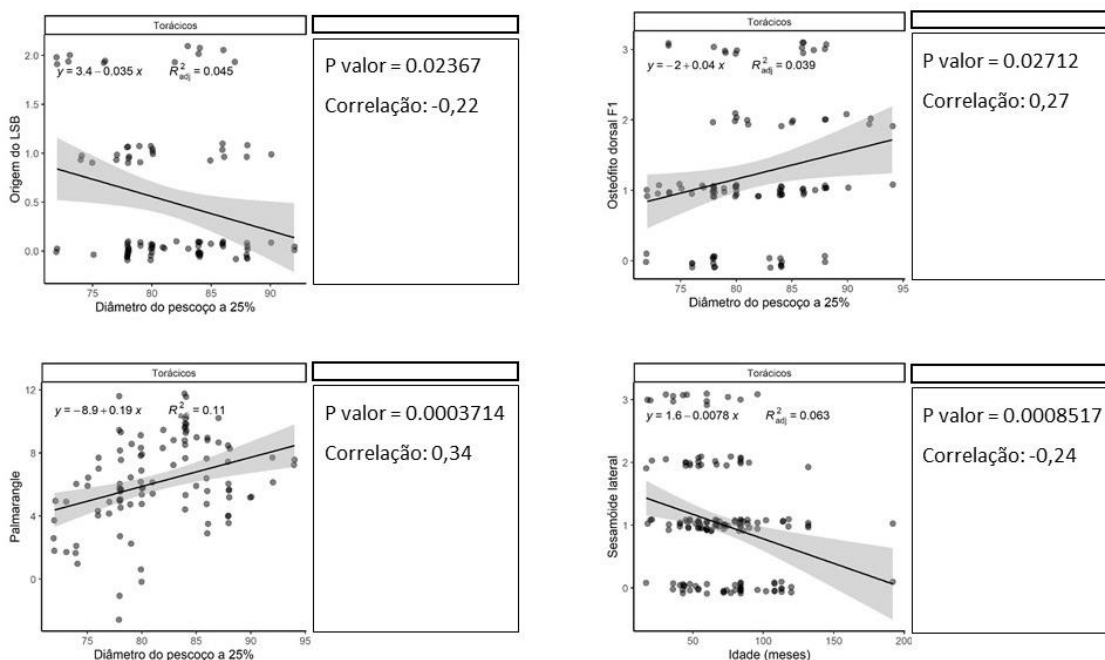


Figura 20. Gráfico de dispersão entre diâmetro de pescoço a 25% do comprimento do pescoço e lesão ultrassonográfica (US) na origem do LSB (Origem do LSB), grau de osteófito na região dorsal da falange proximal (osteófito dorsal F1) e ângulo palmar (Palmarangle); entre idade (em meses) e grau de lesão US no sesamoide lateral (Sesamoide lateral).

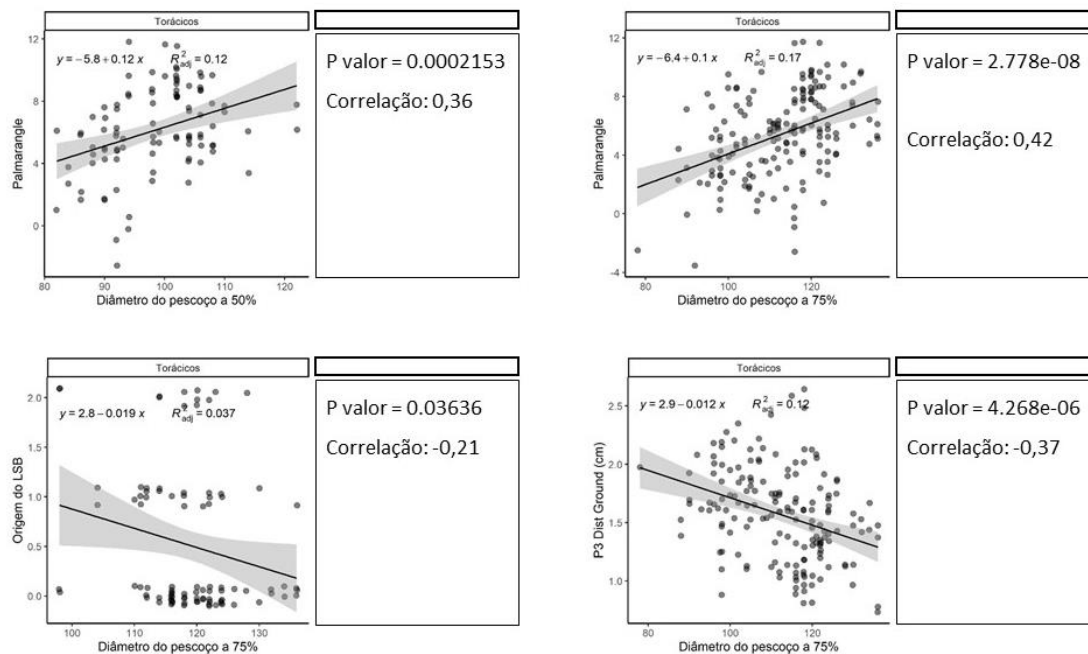


Figura 21. Gráfico de dispersão entre diâmetro de pescoço a 50% do comprimento do pescoço e ângulo palmar (Palmarangle); diâmetro de pescoço a 75% do comprimento do pescoço e ângulo palmar (Palmarangle), profundidade de sola (P3 Dist Ground) e lesão US na origem do LSB.

O crescimento do ângulo palmar acompanhou o aumento do EP ($P = 0.00121$ e $r = 0,26$) e dos diâmetros de pescoço a D25% ($P = 0.0003714$ e $r = 0,34$), D50% ($P = 0.0002153$ e $r = 0,36$) e D75% ($P = 2.778e-08$ e $r = 0,42$) (Fig. 18, 20 e 21). No estudo com éguas Campolina adultas a correlação foi negativa entre ângulo palmar e EP ($P = 0,01$ e $r = -0,34$) e não teve correlação significativa com os diâmetros de pescoço (Magalhães et al., 2019). Essas diferenças entre os trabalhos podem estar relacionadas com casqueamento, uma vez no estudo da raça Campolina, os equinos com escores corporais baixos não eram regularmente submetidos a casqueamento. No presente estudo, onde considerou-se apenas equinos em exposição e, obviamente casqueados, a correlação positiva entre adiposidade na região do pescoço e aumento do ângulo palmar se tornou evidente.

O D75% apresentou correlação negativa com a profundidade da sola (P3 dist ground) ($P = 4.268e-06$ e $r = -0,37$), ou seja, quanto maior a adiposidade nessa região do pescoço, menor é a profundidade da sola (Fig. 21). A profundidade da sola também é uma medida que pode variar com o casqueamento e, ao confrontar esse resultado com a correlação positiva entre D75% e ângulo palmar, pode-se inferir o aumento do ângulo palmar pode

ocorrer de forma concomitante com uma redução da profundidade da sola localizada distal à borda dorsal da falange distal.

Prevalência de osteófitos dorsais na falange proximal em Marchadores com e sem sinais de obesidade

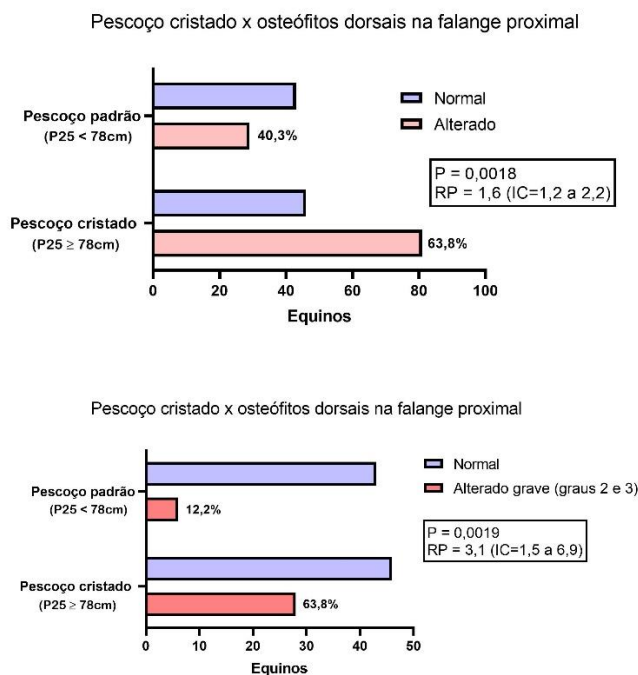


Figura 22. Gráficos de razão de prevalência entre pescoço cristado (D25% ≥ 78 cm) e osteófitos na região dorsal da falange proximal.

De forma interessante, o diâmetro de pescoço a 25% do seu comprimento (D25%) teve correlação positiva com grau de osteófitos na região dorsal da falange proximal ($P=0.02712$ e $r=0,27$), sendo que animais com pescoço cristado ($D25\% \geq 78$ cm) tiveram prevalência 1,6 vezes maior de osteofitose na região dorsal da falange proximal ($P=0,0018$) e 3,1 vezes maior ao considerar os casos mais graves (osteofitose graus 2 e 3) ($P=0,0019$) (Fig. 20 e 22). Apresentou, também, correlação negativa com lesões US na região da origem do LSB ($P=0.02367$ e $r=-0,22$) (Fig. 20). O D75% também teve correlação negativa com lesões US na região da origem do LSB ($P=0.03636$ e $r=-0,21$) (Fig. 21). Assim, pode-se dizer que quanto maior a adiposidade em D25%, maior é o grau de osteófitos na região dorsal da falange proximal. Porém, talvez devido a algum fator ligado à idade conforme visto no Capítulo VI, os animais com menor diâmetro de pescoço parecem ter menor intensidade de lesão no LSB.

Na Figura 20 é possível observar que a intensidade de lesão US no sesamoide lateral é maior quanto mais jovem é o animal ($P= 0.0008517$ e $r= -0,24$). Uma maior intensidade de sesamoidite em animais mais jovens já foi vista e discutida no capítulo IV e também já está descrita na literatura (Plevin et al., 2016).

Nas figuras 23 a 34 estão as análises de correlação, regressão linear e razão de prevalência entre as próprias medidas de casco/dígito e entre elas a as variáveis de lesões de boleto e LSB.

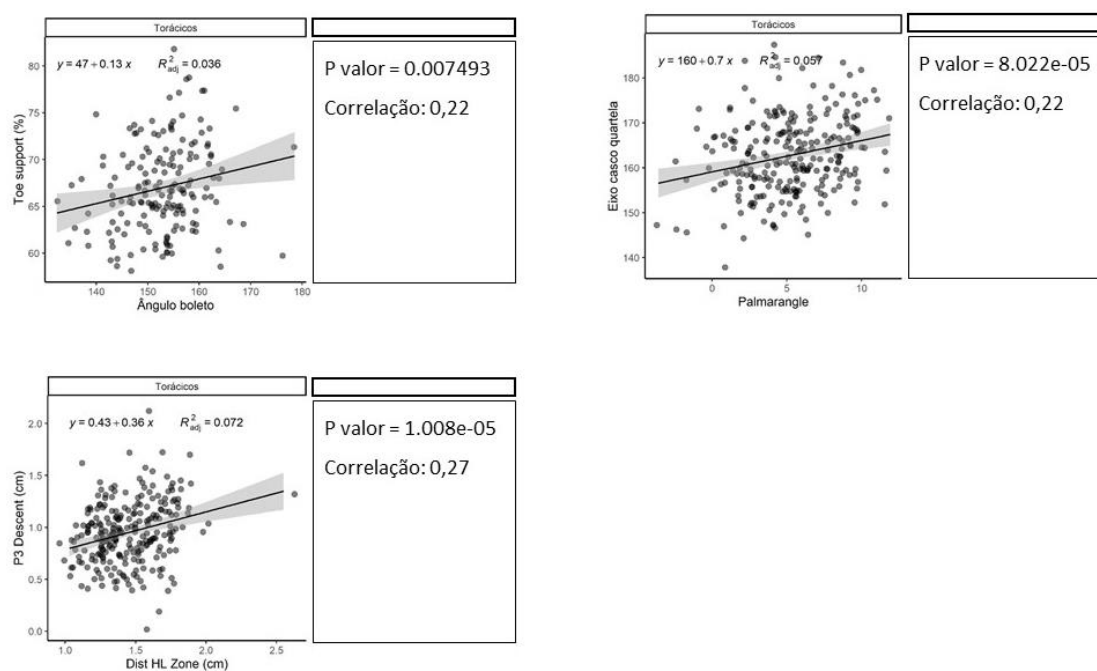


Figura 23. Gráfico de dispersão entre ângulo de boleto e suporte de pinça (Toe support), ângulo palmar (Palmarangle) e eixo podofalangeano (Eixo casco quartela) e distância distal entre parede do casco e falange distal (Dist HL Zone) e distância de afundamento (P3 Descent).

O gráfico 23 mostra que quanto maior o ângulo de boleto maior é o suporte de pinça. O suporte de pinça está relacionado com o centro de rotação do casco, localizado traçando-se uma reta do centro do côndilo da falange média em sentido distal até o solo em um ângulo de 90 graus. Quanto maior o ângulo do boleto, ou seja, mais próximo de 180°, mais verticalizadas estarão a falange proximal e o metacarpo, o que implicará em uma maior verticalização, também, da falange média. Assim, pode-se acarretar em um centro de rotação mais distal.

A distância distal entre casco e falange distal correlaciona-se positivamente com a distância de afundamento (P3 Descent) ($P = 1.008e-05$ e $r = 0,27$) (Fig. 23). Essas são importantes medidas indicadoras de laminite e pode indicar que um animal com laminite tem fragilidade das lâminas dos casco, podendo ocorrer rotação disto-palmar da falange distal e também afundamento (Pollit, 2008).

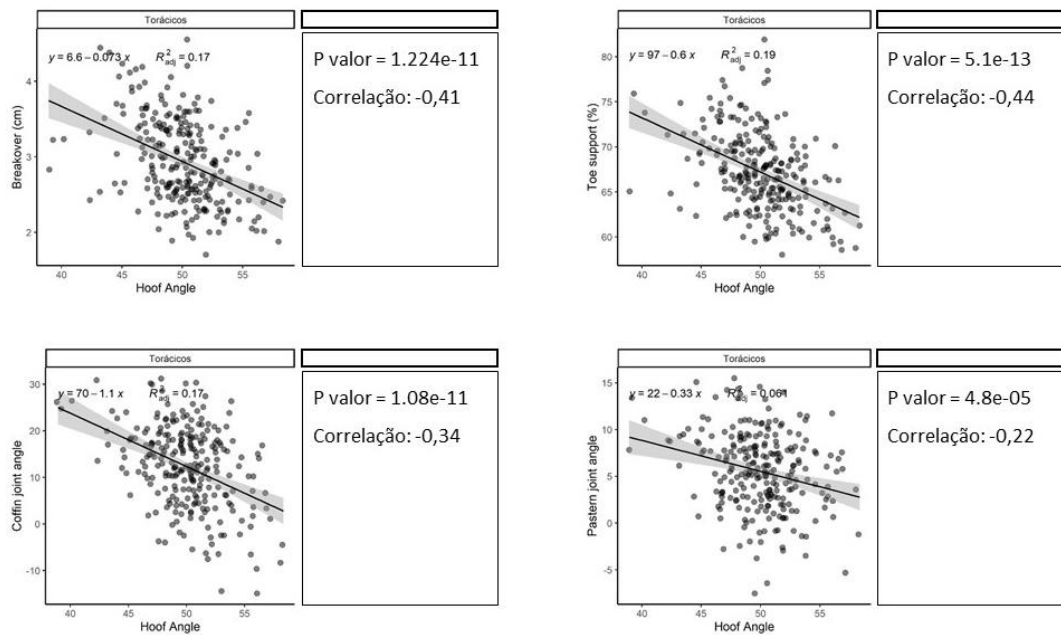


Figura 24. Gráfico de dispersão entre ângulo da parede dorsal do casco (Hoof Angle) e breakover, suporte de pinça (Toe support), articulação interfalangeana distal (Coffin joint angle) e articulação interfalangeana proximal (Pastern joint angle).

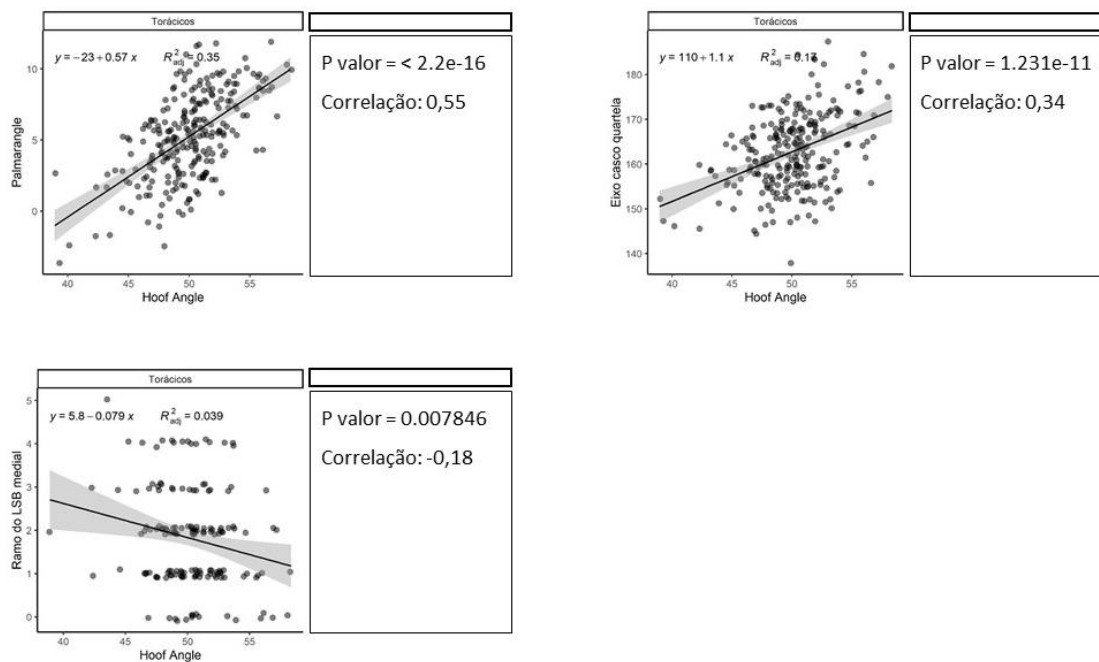


Figura 25. Gráfico de dispersão entre ângulo da parede dorsal do casco (Hoof Angle) e ângulo palmar (Palmarangle), eixo podofalangeano (Eixo casco quartela) e grau de lesão US no ramo medial do LSB.

As Figuras 24 e 25 são de muito interesse, pois elas demonstram variações de medidas de distâncias e ângulos que ocorrem de forma concomitante com as variações no ângulo dorsal do casco, uma variável que pode ser relativamente controlada com casqueamento adequado. Obviamente correlações não determinam dependências entre as variáveis, mas também não as excluem. Como exemplo, verifica-se na Figura 24 que quanto maior o ângulo da parede dorsal do casco (Hoof angle), menor a distância de breakover ($P= 1.224e-11$ e $r= -0,41$) e menor o suporte de pinça (Toe Support) ($P= 5.1e-13$ e $r= -0,44$). Essa é uma relação já bem estabelecida e descrita pela literatura. Um casco com ângulo dorsal maior tende a ter menor pinça e com isso, menor suporte de pinça. Além disso, uma angulação correta é essencial para se obter um eixo podofalangeano ideal (Lesniak et al., 2017), o que corrobora com a correlação encontrada entre o ângulo da parede dorsal do casco e os ângulos das articulações interfalangeanas distal e proximal (Coffin joint angle e Pastern joint angle, respectivamente) ($P= 1.08e-11$ e $r= -0,34$; $P= 4.8e-05$ e $r= -0,22$) (Fig. 24) e o ângulo do eixo podofalangeano (eixo casco quartela) ($P= 1.231e-11$ e $r= 0,34$) (Fig. 25). Ou seja, nos MM quanto maior o ângulo do casco menor os ângulos das interfalangeanas e maior o ângulo podofalangeano, ou seja, melhor

alinhamento entre as falanges. De acordo com Stashak et al., (2002), para que haja alinhamento entre as três falanges, os ângulos das articulações interfalangeanas devem ser próximos de zero. Já o ângulo do eixo podofalangeano, deve ser de 180° ou próximo a esse valor (Parks, 2003; Craig e Craig, 2005).

Um achado interessante, que pode estar relacionado a esse melhor equilíbrio do casco com o aumento do ângulo dorsal, é a correlação negativa com lesão US do ramo medial do LSB (P= 0.007846 e r= -0,18) (Fig. 25). Com o aumento do ângulo da parede dorsal do casco, vimos que ocorre melhora do eixo podofalangeano, que é a mensuração mais aceita para avaliar o equilíbrio do casco (O'Grady e Poupard, 2003). Essa melhora do equilíbrio pode ser responsável, então, pelo menor risco de lesão no ramo medial do LSB.

Corroborando ainda mais com esse achado, na Figura 26 é possível observar a correlação positiva entre ângulo da articulação interfalangeana distal (AID) (Coffin joint angle) com lesão US do ramo medial do LSB (P= 7.036e-05 e r= 0,31). Esse resultado demonstra que quanto maior o ângulo da AID, ou seja, quanto pior o alinhamento entre as falanges, maior o risco de lesão no ramo medial do LSB.

O ângulo de boleto (P= 9.919e-16 e r= 0,54) e a distância distal entre o casco e a falange distal (3.338e-06 e r= 0,28) aumentam com o aumento do ângulo da AID (Fig. 26).

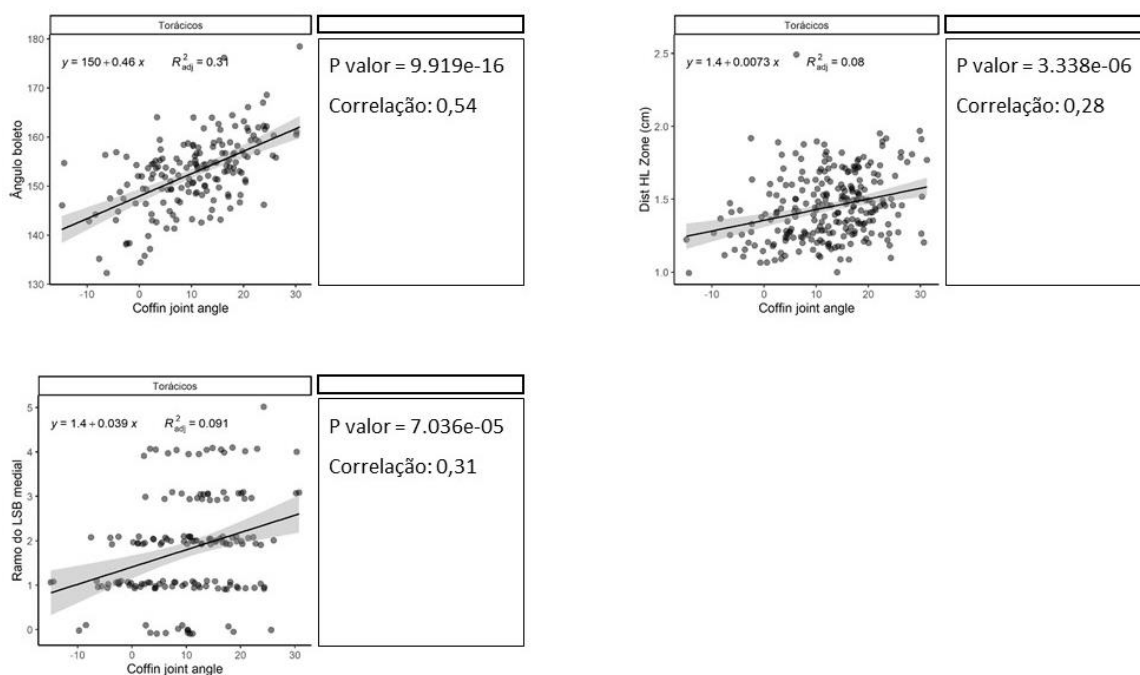


Figura 26. Gráfico de dispersão entre ângulo da AID (Coffin joint angle) e ângulo de boleto, distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) e grau de lesão US no ramo medial do LSB.

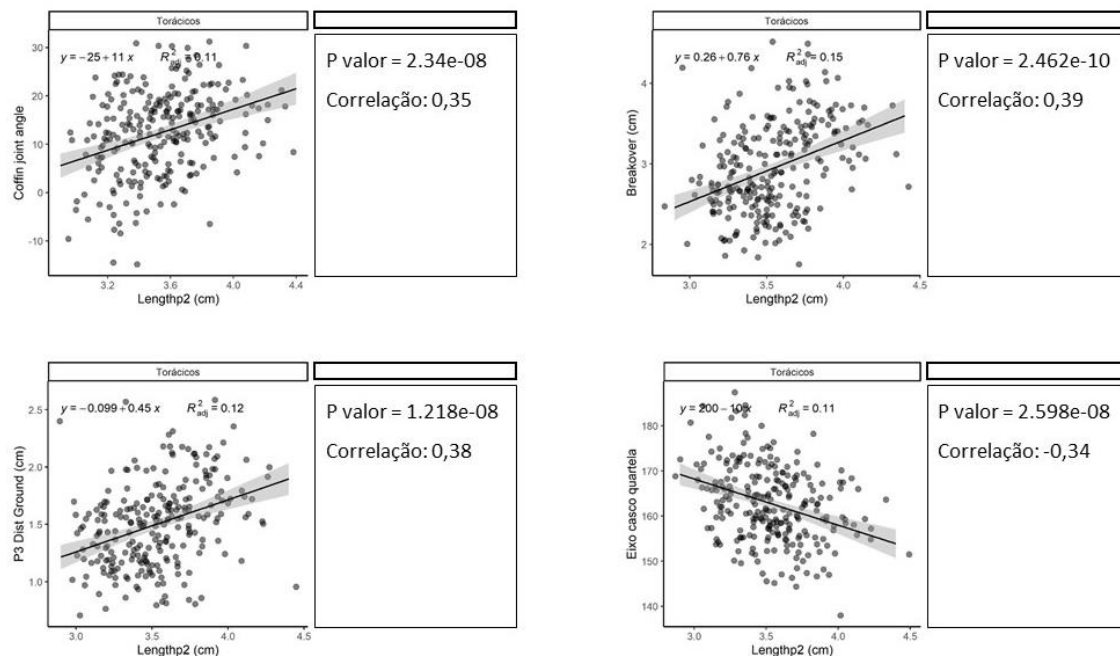


Figura 27. Gráfico de dispersão entre comprimento do falange média (Lengthp2) e ângulo da AID (Coffin joint angle), breakover, profundidade de sola (P3 Dist ground) e eixo podofalangeano (Eixo casco quartela).

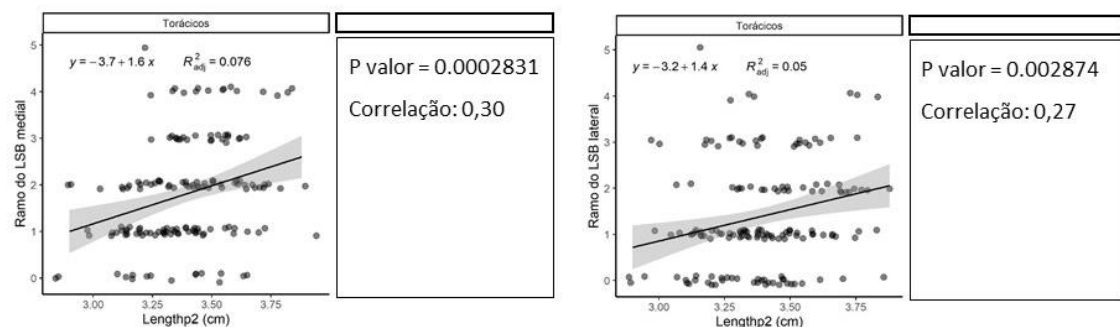


Figura 28. Gráfico de dispersão entre comprimento do falange média (Lengthp2) e grau de lesão nos ramos medial e lateral do LSB.

O comprimento da falange média (Lengthp2) é uma medida relevante, pois ela infere o comprimento da quartela do equino. No presente estudo, seu aumento está acompanhado do aumento do ângulo da AID (Coffin joint angle) ($P = 2.34e-08$ e $r = 0,35$),

do breakover ($P= 2.462e-10$ e $r= 0,39$) e da profundidade de sola ($P= 1.218e-08$ e $r= 0,38$). E ainda, está correlacionado com a redução do eixo podofalangeano ($P= 2.598e-08$ e $r= -0,34$) (Fig. 27). Esses resultados indicam que uma falange média maior, ou uma quartela maior, gera uma maior alavanca entre as falanges, aumentando o ângulo da AID, favorecendo um eixo podofalangeano quebrado para trás, o que facilita o aumento da pinça do casco. A quebra do eixo podofalangeano no sentido palmar/plantar favorece uma situação de pinça comprida e talões baixos, sobrecarregando as estruturas palmares como talões, osso navicular e a inserção do TFDP (Crabbe, 2015).

A falange média mais comprida também está relacionada a maior risco de lesão nos ramos medial ($P= 0.0002831$ e $r= 0,30$) e lateral do LSB ($P= 0.002874$ e $r= 0,27$) (Fig. 28). Esse resultado pode estar relacionado à quebra do eixo podofalangeano e piora do equilíbrio do casco, gerando maior tensão nos ramos do LSB.

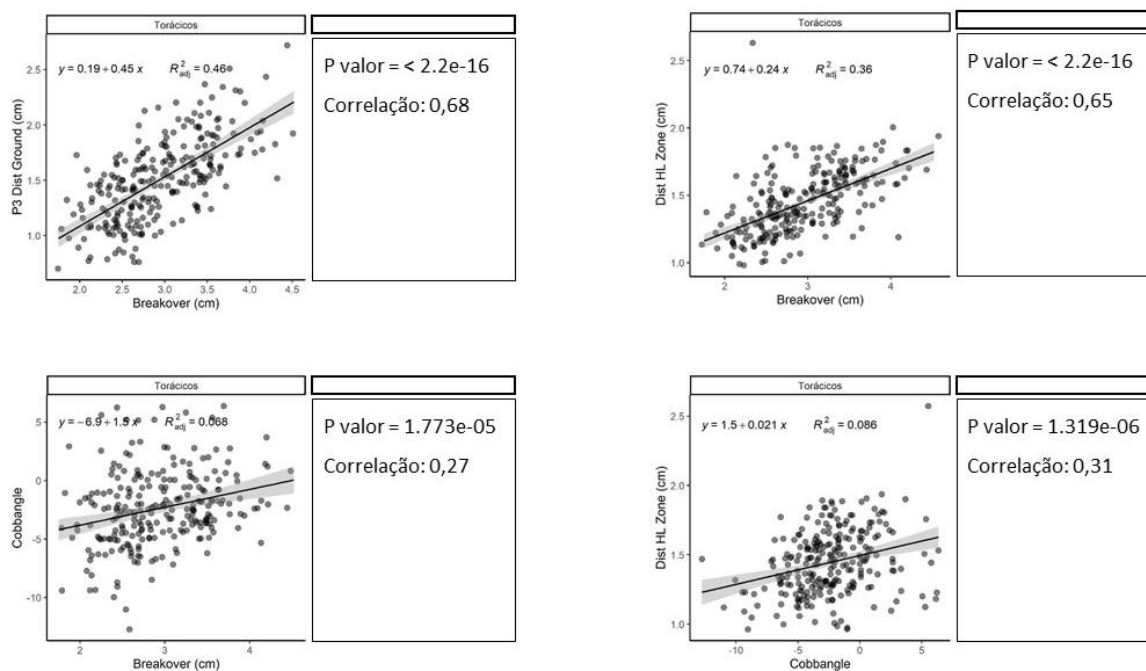


Figura 29. Gráfico de dispersão entre breakover e profundidade de sola (P3 Dist ground), distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) e ângulo de rotação da falangedistal (Cobbangle); e entre ângulo de rotação da falangedistal (Cobbangle) e distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone).

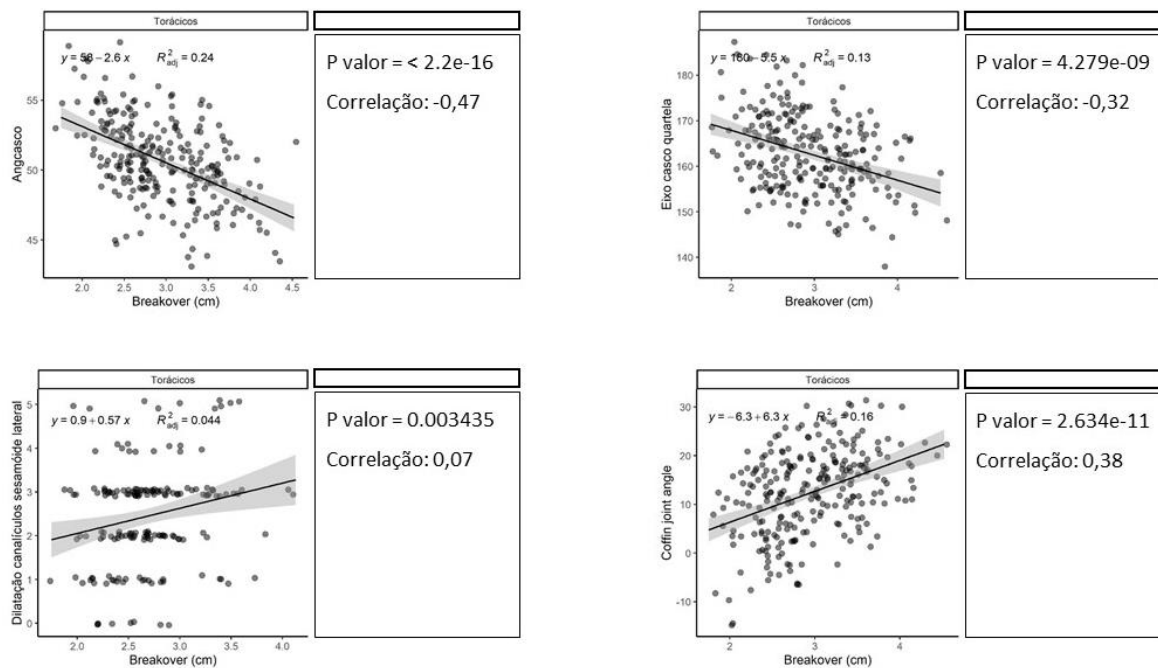


Figura 30. Gráfico de dispersão entre a distância de breakover e o ângulo dorsal do casco (Angcasco), eixo podofalangeano (eixo casco quartela), o ângulo da AID (Coffin joint angle) e a dilatação dos canalículos do sesamóide lateral.

A distância de breakover apresentou correlação positiva com distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) ($P = < 2.2e-16$ e $r = 0,65$), com o grau de rotação da falange distal (Cobbangle) ($P = 1.773e-05$ e $r = 0,27$) e com a profundidade de sola (P3 Dist ground) ($P = < 2.2e-16$ e $r = 0,68$) (Fig. 29). Ainda, apresentou correlação negativa com ângulo da parede dorsal do casco ($P = < 2.2e-16$ e $r = -0,47$) (Fig. 30). Observa-se, então, que o casco com pinça mais longa (maior distância de breakover e menor ângulo do casco) apresenta tendência a afastar a região distal da falange distal, aumentando o grau de rotação. Além disso, o aumento da profundidade de sola pode estar relacionado a mais tecido na região da pinça do casco, uma vez que essa medida é mensurada na região dorsal da falange distal.

Corroborando com o achado entre breakover com a distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) e com o grau de rotação da falange distal (Cobbangle), também teve correlação positiva entre o grau de rotação da falange distal (Cobbangle) com a distância distal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone) ($P = 1.319e-06$ e $r = 0,31$) (Fig. 29).

Pode-se observar, também, que com o aumento do breakover ocorre aumento do ângulo da AID (Coffin joint angle) ($P= 2.634e-11$ e $r= 0,38$) e há redução do ângulo do eixo podofalangeano (eixo casco quartela) ($P= 4.279e-09$ e $r= -0,32$) (Figura 30), mostrando que quanto mais longa a pinça do casco, mais o eixo tende a quebrar para trás (de forma palmar/plantar), gerando desequilíbrio. Talvez esse desequilíbrio seja um dos responsáveis pelo aumento dos sinais de sesamoidite (dilatação dos canalículos do sesamoide lateral) ($P= 0.003435$ e $r= 0,07$) em animais com maior breakover (Figura 30).

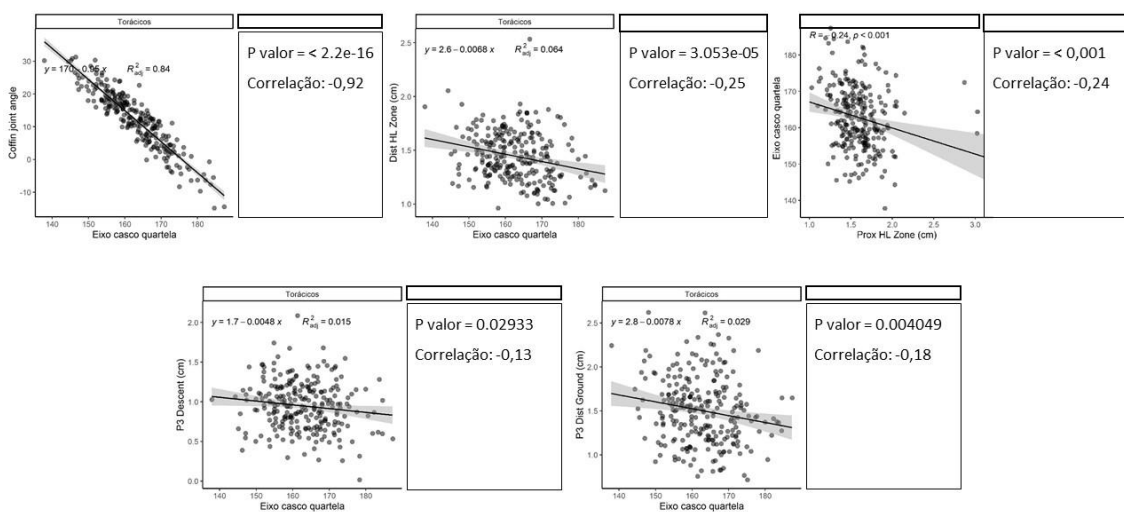


Figura 31. Gráfico de dispersão entre ângulo do eixo podofalangeano (eixo casco quartela) e ângulo da AID (Coffin joint angle), distância distal e proximal entre falange distal e parede dorsal do casco (Dist HL Zone e Prox HL Zone), distancia de afundamento (P3 Descent) e profundidade de sola (P3 Dist Ground).

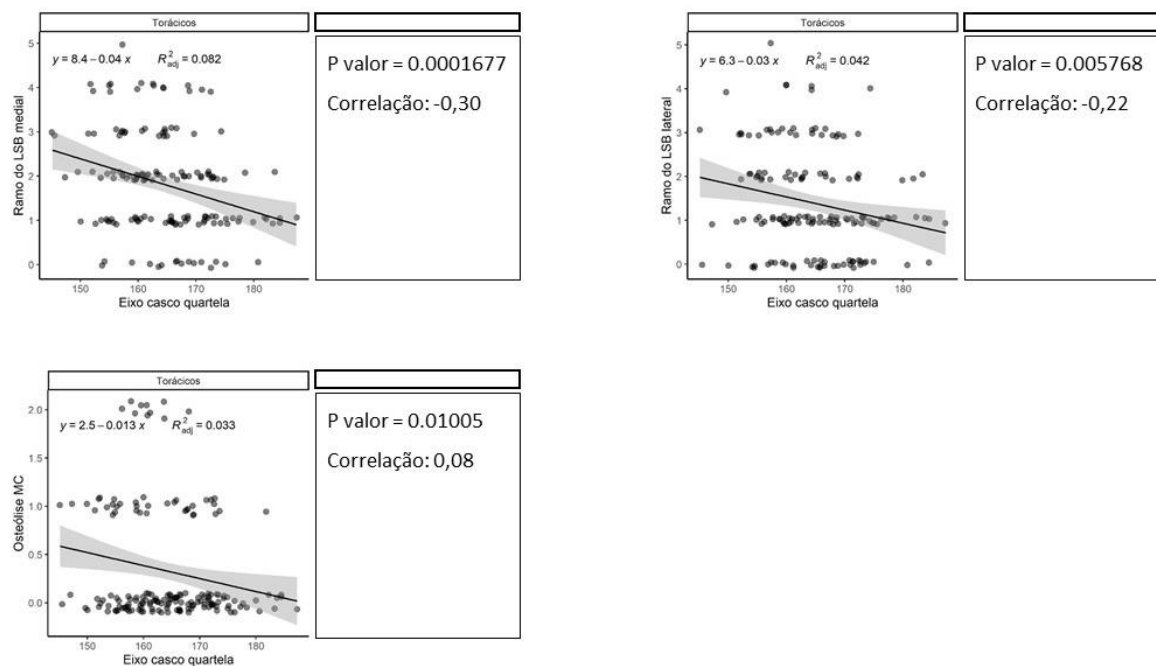


Figura 32. Gráfico de dispersão entre ângulo do eixo podofalangeano (eixo casco quartela) e grau de lesão nos ramos medial e lateral do LSB e grau de osteólise no metacarpo.

Prevalência de lesões graves (graus de 3 a 5) nos ramos do ligamento suspensor do boleto em Marchadores com e sem eixo podofalangeano quebrado para trás

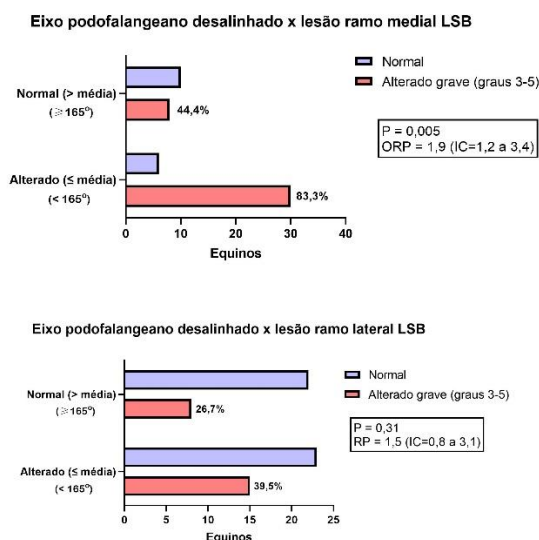


Figura 33. Gráficos de razão de prevalência entre lesões graves (graus 3 a 5) nos ramos do ligamento suspensor do boleto (LSB) em equinos Mangalarga Marchador (MM) com eixo podofalangeano quebrado para trás (< 165°) e sem eixo quebrado para trás (>= 165°).

Prevalência de lesões na origem do ligamento suspensor do boleto em Marchadores com e sem talão escorrido

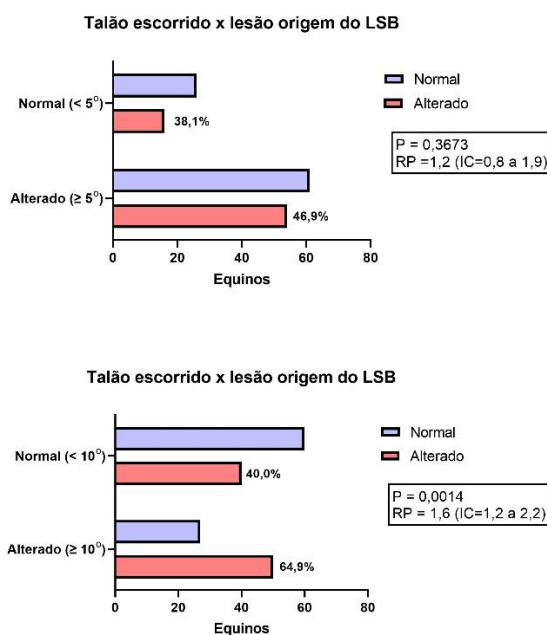


Figura 34. Gráficos de razão de prevalência entre lesões na origem do ligamento suspensor do boleto (LSB) em equinos Mangalarga Marchador (MM) com e sem talão escorrido em menor ($\ge 5^\circ$) ou maior grau ($\ge 10^\circ$).

As correlações do eixo podofalangeano com diversas outras variáveis estão representadas nas Figuras 31 e 32. Esta é uma variável de grande relevância no presente estudo, uma vez que a grande maioria dos equinos deste estudo (84,7%) apresentou eixo podofalangeano quebrado para trás (Capítulo IV). Quanto maior o ângulo do eixo podofalangeano (eixo casco quartela) menor o ângulo da AID (Coffin joint angle) ($P = < 2.2 \times 10^{-16}$ e $r = -0,92$) confirmando o melhor alinhamento entre as falanges e o melhor equilíbrio (Figura 31). Com o aumento do ângulo do eixo podofalangeano há redução da distância distal entre parede dorsal do casco e a falange distal (Dist HL Zone) ($P = 3.053 \times 10^{-5}$ e $r = -0,25$) e redução da distância de afundamento da falange distal ($P = 0.02933$ e $r = -0,13$) (Fig. 31). Ou seja, com a melhora do equilíbrio do casco parece melhorar também as medidas indicadoras de laminite. Apesar disso, ocorre redução da profundidade de sola (P3 Dist ground), o que pode estar relacionado com casqueamento, principalmente quando o casqueamento é recente a avaliação do casco, como provavelmente é o caso dos animais nas exposições.

Ainda, o maior ângulo do eixo podofalangeano apresenta correlação negativa com lesão US nos ramos medial ($P= 0.0001677$ e $r= -0,30$) e lateral ($P= 0.005768$ e $r= -0,22$) do LSB e com osteólise do metacarpo ($P= 0.01005$ e $r = 0,08$) (Fig. 32). E ao avaliar a razão de prevalência entre eixo podofalangeano quebrado para trás ($< 165^\circ$) e lesões nos ramos do LSB, observou-se que os animais com eixo quebrado tiveram prevalência 1,9 vezes maior de lesão no ramo medial do LSB do que os animais com melhor alinhamento do eixo ($P=0,005$) (Fig. 33). Esses resultados podem estar relacionados com a melhora do equilíbrio do casco gerando menor risco de lesão no LSB e na articulação metacarpofalangeana.

E por fim, na figura 34 pode-se observar a relação entre talão escorrido ($\neq \geq 5^\circ$ ou $\geq 10^\circ$) e lesão na origem do LSB. Os animais com talão escorrido ($\neq \geq 10^\circ$) tiveram prevalência 1,6 vezes maior de lesão na origem do LSB do que os animais sem talão escorrido ($P=0,0014$). Corroborando, mais uma vez, com os achados que indicam que os animais com distorções do estojo córneo e com equilíbrio ruim do casco podem estar sujeitos a maior risco de lesões no aparato suspensor do boleto.

4. CONCLUSÃO

Os resultados corroboram os achados do capítulo IV de que equinos MM de alto desempenho com maior adiposidade apresentam alterações no posicionamento da falange distal, que se desloca distalmente e de forma palmar/plantar no interior do estojo córneo de forma condizente com um quadro de desenvolvimento de laminite endocrinopática.

As correlações significativas entre a redução do ângulo dorsal do casco e o aumento da distância de breakover com a intensidade de alterações indesejáveis no eixo podofalângico, no ângulo do boleto, no ângulo palmar, na relação espacial entre a falange distal e o estojo córneo, na intensidade do desalinhamento entre as falanges e, em última análise, no aumento da intensidade de lesões na articulação e no ligamento suspensor do boleto fortalecem evidências anteriores de que a prática de casqueamento e ferrageamento de forma deliberada a deixar a pinça do casco mais cumprida, no sentido de alterar a fase voo da passada, produz efeitos deletérios para o equilíbrio do casco promovendo traumas potencialmente incapacitantes.

Esses achados, em conjunto com os achados capítulos anteriores, corroboram com a hipótese de que a nutrição desbalanceada, que promove obesidade, e as práticas inadequadas de casqueamento e ferrageamento, que negligenciam a distribuição de cargas entre as estruturas do casco de forma equilibrada e fisiológica, promovem desenvolvimento de laminite do tipo endocrinopática, distorções do estojo córneo do casco e trauma na articulação e no ligamento suspensor do boleto, sendo esse conjunto lesões de alto potencial para impedir qualquer tipo de atividade atlética e comprometer sensivelmente a sanidade e o bem-estar animal em equinos Mangalarga Marchador de alto desempenho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRABBE, B. Reading Feet. 2015. Disponível em <https://horseandrider.com/how-to/reading-horse-hooves>.

CRAIG, J. J.; CRAIG, M. F. Hoof and Bone Morphology of the Equine Digit: Challenges to Some Common Beliefs. 2005.

MAGALHÃES, J. F. et al. Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1023-1032, 2014.

MAGALHÃES, J.F. et al. Relação espacial entre a falange distal e o estojo córneo em éguas Campolinas jovens com e sem sinais de obesidade. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 1025-1031, 2017.

MAGALHÃES, J. F. et al. Relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal em éguas Campolina adultas com e sem obesidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1773-1780, 2019.

O'GRADY S. E.; POUPARD D. A. Proper physiologic horseshoeing. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 333-351, 2003.

PARKS, A.H.; O'GRADY, S.E. Chronic laminitis: current treatment strategies. **The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice**, v.19, p.393-416, 2003.

PAZ, C. F. R. et al. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1699-1705, 2013.

POLLITT, C. C. **Equine laminitis: current concepts**. Rural Industries Research and Development Corporation, 116p., 2008.

STASHAK, T. S. et al.. Trimming and shoeing for balance and soundness. In: STASHAK, T.S. **Adams' lameness in horses**. 5. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 1081-1142.

XAVIER, V. F. et al. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 672-680, 2014.