UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

EFEITO DA REMOÇÃO DA PINÇA PELA PAREDE E SOLA DOS CASCOS DOS MEMBROS TORÁCICOS DE EQUINOS SADIOS SOBRE A MORFOLOGIA DO CASCO, ÂNGULOS ARTICULARES DISTAIS E LOCOMOÇÃO

VITOR BRUNO BIANCONI ROSA

BOTUCATU – SP
01/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

EFEITO DA REMOÇÃO DA PINÇA PELA PAREDE E SOLA DOS CASCOS DOS MEMBROS TORÁCICOS DE EQUINOS SADIOS SOBRE A MORFOLOGIA DO CASCO, ÂNGULOS ARTICULARES DISTAIS E LOCOMOÇÃO

VITOR BRUNO BIANCONI ROSA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Hussni.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Animal, área de concentração Cirurgia Veterinária, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP
01/2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Rosa, Vitor Bruno Bianconi.
Efeito da remoção da pinça pela parede e sola dos cascos dos membros torácicos de equinos sadios sobre a morfologia do casco, ângulos articulares distais e locomoção / Vitor Bruno Bianconi Rosa. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Orientador: Carlos Alberto Hussni
Capes: 50501070

1. Equino. 2. Casco de animais. 3. Locomoção animal. 4. Morfologia (Animais).

Palavras-chave: Ângulos; Casqueamento; Equinos; Locomoção; Pinça.

Composição da Banca Examinadora da defesa de dissertação de Vitor Bruno Bianconi Rosa à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, na data de 6 de janeiro de 2017, para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia animal.

Prof. Dr. Carlos Alberto Hussni

Prof. Dr. Marcos Jun Watanabe

Profa. Dra. Brunna Patricia Almeida da Fonseca

SUMÁRIO

CAPÍTULO1 3
Introdução e justificativas..... 3
Revisão de literatura 4
Referências bibliográficas 9
CAPÍTULO 2 13
Artigo Científico..... 13
Introdução..... 15
Materiais e métodos..... 16
Discussão e resultados..... 19
Conclusões..... 23
Referências bibliográficas 24

RESUMO

ROSA, V., B., B. Efeito da remoção da pinça pela parede e sola dos cascos dos membros torácicos de equinos sadios sobre a morfologia do casco, ângulos articulares distais e locomoção. Botucatu, 2017. p. 30, Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Biotecnologia animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP "Julio de Mesquita Filho".

Os equinos são os animais domésticos que melhores desempenham a função locomotora, existindo a relação direta da nutrição com o sistema locomotor ao considerar-se que pastejam e se locomovem continuamente, permanecendo em apoio quadrupedal inclusive em períodos de descanso. São ungulados monodigitados, tendo por proteção o casco que sofre constante atrito com o solo. O casco que protege as estruturas internas e sofre desgastes tem crescimento contínuo em torno de meio a um centímetro por mês e tem a conformação estudada, com medidas e proporções descritas na normalidade. Sob influência de diversos fatores como terreno, uso do animal, conformação das estruturas digitais relacionadas, os equinos são frequentemente submetidos à casqueamento na busca da higiene e normalidade anatômica e funcional, sempre considerando as dimensões angulares e lineares dos diferentes aspectos a considerar os ângulos do casco pela pinça e pelos talões, as medidas da parede nas diferentes partes e ainda as medidas das estruturas observadas pela sola como larguras e comprimentos de ranilha e sola. As diferentes medidas e suas proporções conferem ao casco as características funcionais a que se aplica. A interferência no formato do casco tende a estabelecer mudanças no padrão dos andamentos que devem ser considerados como naturais ou artificiais, cujas características são: velocidade, número de batidas, saltado ou marchado, sequência de apoio dos membros, sequência de apoios dos mementos, simetria e podem ser estudados desde a descrição pela inspeção até com o uso de equipamentos que conferem maior precisão e assim torna-se possível a realização de estudos e descrições com detalhes. O estudo do sistema locomotor dos equinos mostra-se como área de exploração ainda carente de aprofundamentos na busca científica não somente no esclarecimento de questões mas acima disto na prevenção de doenças relacionadas ao sistema e que decorrem da domesticação.

Palavras – Chave: Equinos, casqueamento, pinça, ângulos, articulação, locomoção.

ABSTRACT

ROSA, V., B., B. Effect of the trimming of the toe on distal articular angles and hoof morphology in equine forelimbs. Botucatu, 2016. p. 28, Master thesis – Animal Biotechnology graduate department, School of veterinary medicine and animal science, São Paulo State University – UNESP "Julio de Mesquita Filho" Botucatu Campus.

The horse is the domestic species that best execute the locomotion. There is a relation between the locomotion and the nutrition once the species continually stays in a quardrupedal position. The hoof comprises the protection of the internal structures and is worned as the animal moves and its growth is constantly at a rate of one centimiter per month. Its morphology is well defined and is the focus of many researches. Under the influence of many factors like ground type, animal destination, hoof conformation, the hooves are frequently trimmed in order to turn the hooves ideal and normal phisyology. One must consider the angles and linear measures like lenght and width of frog, lenght of the dorsal hoof wall. The interference on the hoof shape tend to establish changes on the pattern of the gait. The horse gait are classified as natural or artificial and their characteristics are: speed, number of strikes, gaited or trotted, sequency of limb beraing, simmetry. The differente gaits cand be studied by direct inspection or through other kind of tools. The Field of equine locomotion must be well explored and studied in order to obtain more detailed information and to prevent further muscleskeletal related to the Sports activities

KEY WORDS: Equine, trimming, toe, angle, joint.

CAPÍTULO 1

Introdução e justificativa

A espécie equina apresenta singularidade quanto a sua locomoção. O fato dos animais desta espécie possuírem grande massa muscular em porção proximal dos membros e pouca em porção distal, confere aos equinos a habilidade de se locomover sob altas velocidades. Associada a sua capacidade de tração, os equinos que, no passado eram utilizados para atividades voltadas a necessidades dos seres humanos, como por exemplo, agricultura e transporte, atualmente, tem como foco de sua atividade física a prática de esportes equestres.

A crescente intensidade com a qual os equinos vêm sendo utilizados para práticas esportivas, associada ao regime de alimentação, predispõem ao desenvolvimento de enfermidades do sistema locomotor. Doenças como laminite e síndrome do navicular são exemplos de enfermidades cuja alta incidência se deve ao processo de domesticação dos equinos. O tratamento das doenças citadas é complexo e exige, na maioria dos casos, casqueamento terapêutico sob supervisão do médico veterinário.

O casqueamento com redução da região da pinça (vulgarmente chamado de "rolamento" da pinça) diminui os cascos no sentido pinça talões, é um procedimento amplamente utilizado por médicos veterinários que trabalham com a espécie. O procedimento visa alterar a biomecânica da locomoção da espécie e consequentemente diminuir determinadas forças atuantes em estruturas como tendões, ossos e ligamentos, fato este que é desejável para animais doentes. As alterações decorrentes do procedimento podem ser alcançadas mediante interferência direta no casco ou mediante alterações na ferradura, conservando a morfologia do casco. Inúmeros trabalhos descrevem o comportamento dos cascos, e as alterações das forças atuantes nos membros de equinos cujas ferraduras foram submetidas a tais alterações. Dentre as alterações é válido citar a diminuição da força de tensão exercida pelo tendão flexor digital profundo sobre a terceira falange durante a fase de propulsão do casco. Além disso, é alegado que esta medida – redução da pinça – favoreça a retirada do casco do contato com o solo durante a fase de apoio do membro.

Considera-se, pois esta forma de casqueamento uma intervenção na normalidade do casco podendo provocar alterações morfológicas e funcionais ainda não estudadas.

Neste sentido este trabalho objetivou avaliar o efeito da remoção da pinça pela parede e sola dos cascos dos membros torácicos de equinos sadios sobre a morfologia do casco, ângulos articulares distais dos membros torácicos e a locomoção a passo e a trote, utilizando a cinematografia como ferramenta.

Revisão de literatura

O casco equino ou estojo córneo é um anexo do sistema tegumentar que envolve, protege e suporta estruturas internas da região distal dos membros. Ele é composto por parede ou muralha, sola, ranilha e bulbos (Sisson, 1986). A parede ou muralha é a porção do casco passível de observação quando o animal se apresenta em estação. O aspecto proximal da muralha, em região de transição entre pele e tecido queratinizado é denominado coroa e, possui em sua face interna o sulco coronário, que é circundado pela derme coronária, tecido a partir do qual ocorre o crescimento do casco. A face externa da coroa possui um recobrimento de tecido córneo branco chamado de perioplo (Thomasson *et al*., 2005)

A sola do casco é dividida em regiões de pinça, quartos lateral e medial e talões. A sola possui formato côncavo, motivo pelo qual não toca o solo quando o casco está em apoio no solo, e é anexada às estruturas internas pela linha branca. A linha branca é o ponto de referência utilizado pelos profissionais que trabalham com casqueamento e ferrageamento como sendo o limite axial da porção não sensitiva do casco (Kainer e Fails, 2011).

A ranilha possui formato em “V”, e consistência mais macia que a muralha ou sola. Isso se deve ao fato da quantidade de água presente nas células ser maior quando comparado a outras regiões do casco, e devido ao processo de queratinização ser incompleto nos queratinócitos mais internos. A base da ranilha se localiza nos aspectos palmar e plantar nos membros anteriores e posteriores respectivamente, e seu ápice está na transição entre sola e pinça (Davies *et al*., 2007a).

Os bulbos, que se localizam no aspecto palmar nos membros anteriores, e plantar nos posteriores, proximais aos talões e, assim como a ranilha, são mais macios quando comparados a muralha. O crescimento dos talões se dá na extremidade proximal, a partir do *corium* situado entre pele e o casco, semelhante ao que ocorre com a muralha (Davies *et al*., 2007a).

O estojo córneo é divido, do meio externo para o interno, em extrato externo, extrato médio e estrato interno também denominado lamina epidermal. A lamina

epidermal ou lamina não sensitiva possui dobras (em torno de 600) cuja função é aumentar a superfície de contato com o tecido adjacente, a derme, com o qual, através de interdigitações, são fortemente ligados. A derme do casco é um tecido ricamente vascularizado, composto predominantemente por colágeno e que é distribuído por toda a circunferência do casco, desde coroa até a extremidade distal (Davies *et al*., 2007b).

O casco é a estrutura que está constantemente em contato com o solo, e sua higidez é indispensável para a locomoção fisiológica dos equinos. Durante a locomoção, em torno de 67% das vibrações geradas pelo impacto do casco com o solo são dissipadas pelo estojo córneo e suas estruturas internas. Essa função é de extrema importância, pois, na ausência dessa atenuação, as estruturas anatômicas mais proximais como segunda e primeira falange, bem como tecidos moles adjacentes sofreriam lesões decorrentes do simples ato do animal caminhar (WILLEMEN *et al*., 1999). Essa capacidade de absorver impacto é decorrente das características do tecido queratinizado. Apesar da consistência dura e rigidez do tecido, o casco apresenta capacidade de deformação, resultante da deposição da massa corpórea do indivíduo. Imediatamente após o apoio do casco no solo, os talões se expandem no sentido horizontal e a região da muralha da pinça se contrai (Roepstorff *et al*., 2001).

A artroradiogoniometria consiste na mensuração do ângulo dorsal de uma determinada articulação, utilizando com ferramenta o exame radiográfico. A técnica consiste basicamente na realização do exame de raio-x de uma articulação, utilizando-se a projeção látero-medial e, posteriormente, com a utilização de uma transferidor, mensura-se a ângulo desejado (Emery *et al*., 1977). Atualmente, com o advento da digitalização dos exames radiográficos, juntamente com os softwares de análise das imagens radiográficas, a técnica tornou-se mais precisa e rápida. No campo da medicina veterinária inúmeros autores utilizaram a ferramenta como meio de avaliação de intervenções no casco ou procedimentos cirúrgico sobre os valores dos ângulos articulares. Bushe *et al*., (1987), utilizaram a artroradiogoniometria para avaliação dos ângulos articulares interfalângicos distal, proximal e metacarpo falângico em equinos, após a alteração da pinça. Pizzigatti (2011), utilizou a técnica para mensurar os valores das mesmas articulações após a tenectomia do músculo flexor digital mediale equinos, enquanto Hussni et al., (2010) avaliaram o efeito de dois procedimentos, a tenotomia do músculo flexor digital superficial e a desmotomia acessória em equinos, sobre o eixo radiometacarpiano, e sobre os valores dos ângulos articulares distais.

As medidas do casco equino variam de acordo com a raça, piso em que o animal é mantido, alimentação, clima e casqueamento regular. Entretanto, a maioria dessas medidas possuem intervalos de normalidade e são amplamente estudadas e descritas na literatura (Nicoletti *et al*., 2000; Souza *et al*., 2016). Dentre estas medidas, destaca – se o ângulo formado pela parede dorsal do casco e o solo, denominado ângulo da pinça (Balch *et al*., 1991). Os valores deste ângulo também apresentam variação entre animais de diferentes espécies, entre os membros contralaterais e entre anteriores e posteriores. O ângulo da pinça determina a presença ou não do paralelismo entre o aspecto dorsal do casco e os aspectos dorsais da segunda e primeira falange, denominado de eixo podofalângico. De acordo com Balch (1990), o paralelismo desse eixo, ocorre quando o ângulo da pinça está entre 50° e 54° para os membros anteriores, e entre 53° e 57° para os membros posteriores. A presença do paralelismo dorsal de casco e aspecto dorsal de segunda e terceira falanges é fundamental para a higidez do aparelho locomotor, pois significa a conformação ideal para o indivíduo sem que forças suprafisiológicas sejam exercidas em estruturas como o osso navicular e bursa do navicular, podendo predispor o animal ao desenvolvimento de enfermidades locomotoras.

O valor do ângulo da pinça pode sofrer alteração por intervenção de profissionais que trabalham com a podologia equina, entretanto, é pertinente ressaltar que a diminuição ou aumento de tal medida terá consequências diretas sobre os ângulos distais dos membros. Segundo Bushe *et al*. (1987), o aumento do ângulo da pinça promove a flexão das articulações interfalângicas distal e proximal, e extensão da articulação metacarpo falângica.

A locomoção dos equinos consiste no deslocamento do centro de gravidade do animal para frente, para trás ou para o lado, de forma que os membros atuem de maneira sequencial e contínua em fase de apoio e elevação (Gürtler, 1984). A fase de elevação é composta pela elevação e avanço do membro, sendo que a fase de apoio consiste no apoio e propulsão do membro. O ciclo completo de um passo consiste em realizar, de maneira completa, as fases de elevação e apoio (Ross, 2011).

A modalidade na qual o equino realiza a locomoção é denominada andamento. Os andamentos são classificados com base em características como velocidade (a qual pode ser baixa, média e alta), simetria, número de batidas, que consiste no som produzido pelo contato do casco com o solo e sequência e número de apoios dos cascos no solo (Hildebrand, 1965). Os apoios dos membros em um dado momento variam de acordo com o tipo de andamento executado e podem ser monopedal anterior ou

posterior, esquerdo ou direito, bipedal diagonal ou lateral, esquerdo ou direito sendo que nos bipedais são os membros anteriores que denominam o nome do apoio, por exemplo, caso haja o apoio do membro anterior esquerdo juntamente com membro posterior direito o apoio será bipedal diagonal esquerdo. Também é possível que os equinos realizem o apoio tripedal tanto anterior quanto posterior, direito ou esquerdo. No caso dos apoios tripedais a nomenclatura do apoio é dada com base no membro que não possui o seu respectivo contralateral tocando no solo, por exemplo, quando há o apoio simultâneo de anterior direito e ambos os posteriores, teremos o apoio tripedal anterior direito. Por último, também é possível encontrar o apoio quadrupedal e o momento de suspensão (Beck, 1986). Os andamentos que possuem momento de suspensão em sua sequência são denominados andamentos saltados, enquanto que os que não apresentam são chamados de andamentos marchados (Hussni *et al*., 1996).

Os andamentos da espécie equina podem ainda ser divididos em naturais e artificiais. Os andamentos tidos como naturais e consequentemente os mais encontrados na espécie equina são passo, trote, passo equipado e galope (Hussni *et al*., 1996). Os andamentos artificiais são adquiridos após treinamento e exercício por parte de cavalo e cavaleiro e como exemplo é possível citar o *piaffer*, o *passage* e o passo espanhol, os quais são reconhecidos pela alta escola de equitação de Viena (Chieffi, 1943).

O passo é um andamento marchado, apresentado por todos os equinos independente da raça, executado sob baixa velocidade, em torno de 6 km/h, simétrico, com quatro batidas intercaladas regularmente e oito momentos diferentes de apoio. A sequência dos apoios do passo, se considerarmos o apoio tripedal anterior direito como o primeiro, serão sempre: tripedal anterior direito, bidepal diagonal direito, tripedal posterior esquerdo, bipedal lateral esquerdo, tripedal anterior esquerdo, bipedal diagonal esquerdo, tripedal posterior direito e bipedal lateral direito. O trote é um andamento saltado, de média velocidade, entre 18 e 48 km/h, simétrico, com duas batidas intercaladas regularmente e com a seguinte sequência de apoios: bipedal diagonal esquerdo, momento de suspensão e bipedal diagonal direito (Gürtler *et al*., 1984).

A compreensão da fisiologia da locomoção é fundamental por parte do clínico uma vez que, é com base nas alterações apresentadas durante o exame físico do aparelho locomotor que o médico veterinário irá estabelecer o diagnóstico de um equino com claudicação (Ross, 2011). Durante o exame destaca-se a análise dos movimentos do animal ao passo e ao trote. Dentre os movimentos observados, parâmetros como amplitude e simetria dos membros contralaterais torácicos e pélvicos, presença de

movimentos de adução e abdução dos membros, amplitude de movimentação da cabeça e movimentação assimétrica da região posterior do animal são avaliados no intuito de identificar possíveis alterações denominadas claudicações (Baxter *et al*., 2011).

Outra ferramenta utilizada para a análise do andamento é a cinematografia que consiste na filmagem do animal em movimento e posterior análise a qual visa detectar anormalidades do padrão da locomoção (Clayton, 1986; 1988).

A cinematografia é utilizada como ferramenta para estudo da locomoção dos mamíferos desde o final do século XIX por Muybridge (Hildebrand, 1965). No início ele utilizava métodos como a fotografia em sequência para avaliar a sequência de apoios dos membros de inúmeras espécies de animais. No século XX, mais precisamente na década de 60, Hildebrand conduziu estudos não apenas em equinos, mas em diversas espécies de mamíferos. Suas pesquisas tinham como foco os andamentos simétricos dos animais. Mais recentemente, Clayton (1986; 1988), realizou estudos, com o auxílio da cinematografia, para descrever as alterações à locomoção de equinos portadores de diversas enfermidades do aparelho locomotor. No Brasil a cinematografia foi utilizada por Hussni *et al*., (1996), para avaliar e descrever as variações da marcha em equinos da raça Mangalarga Marchador.

A cinematografia permite a avaliação da locomoção com maior precisão quando comparada com o exame clínico (Chieffi, 1940). Por filmes é possível determinar as características de cada andamento com destaque nos momentos, tempo de apoio de cada membro e tempo do ciclo completo do passo (Chieffi, 1940; Clayton, 1986).

Enfermidades do aparelho locomotor que acometem estruturas internas do casco dos equinos, como por exemplo, a laminite e a síndrome do navicular, apresentam como parte de seus respectivos tratamentos, intervenções como remoção da pinça pela parede dorsal e sola dos cascos acometidos (Parks, 2010). Essa técnica é utilizada com o objetivo de diminuir, tanto a constante tensão exercida pelo tendão flexor digital profundo sobre a terceira falange (nos casos de laminite), como a pressão direta do mesmo tendão sobre osso navicular (Heel *et al*., 2006). Autores como Eliashar *et al*., (2002) e Heel *et al*., (2006), descreveram o efeito de tal técnica de casqueamento em relação à cinética e a cinemática em equinos portadores de diferentes modelos de ferraduras. Entretanto, não é possível encontrar na literatura informações acerca dos efeitos da técnica de casqueamento descrita sobre a locomoção de equinos sem ferraduras, justificando a realização deste trabalho.

Neste sentido o presente trabalho visou avaliar os efeitos do casqueamento da região da pinça pela sola e parede dorsal dos cascos torácicos de equinos sadios, sobre a morfologia dos cascos, ângulos articulares distais e sobre os andamentos passo e trote, utlizando a cinematografia como ferramenta.

Referências bibliográficas

BALCH, O., METCALF, S. **Farriery for veterinarians**. Pullman, Wash S & O Press. 1990.

BALCH, O.; WHITE, K.; BUTLER, D.: **Factors involved in the balancing of equine hooves**, Jounal of the American Veterinary Medical Association. v.198:1980, 1991.

BECK, S., L. **Os andamentos naturais do cavalo Mangalarga Marchador. In: Simposio Nordestino do Cavalo Mangalarga Marchador**. Recife – PE. Lúcio Sergio de Andrade. p. 19 – 24. 90 p. 1986.

BAXTER, G.; STASHAK, T.S.; HILL, C. Conformation and Movement. In: STASHAK, T.S. **Adam & Stashak's Lameness in Horses.** 6th. Ed. Ames. Wiley - Blackwell, 2011. p. 73 – 108.

BUSHE, T.; TURNER, T.; POULOS, P.; HARWELL, N.M. **The effect of hoof angle on coffin, pastern, and fetlock joint angles**. In: Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 33. Proceedings of The AAEP. p.729-737. 1987

CHIEFFI, A.: **Contribuição para o estudo da localização do centro de gravidade no corpo dos animais domésticos e dos fatores que produzem seu deslocamento temporário ou permanente. II: Estudo do trote do cavalo pela cinematografia**. Rev. Ind. Animal, 3 N. S. 1. 1940.

CHIEFFI, A.: **A marcha no cavalo Mangalarga**. Rev. Ind. Animal. V. 2. Fasc. 3. 1943.

CLAYTON, H., M. **Cinematographic analysis of the gait of lame horses.** Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 6. n. 2. pg. 297 – 70. 78. 1986.

CLAYTON, H., M. **Cinematographic analysis of the gait of lame horses V: Fibrotic myopathy**. Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 8. n. 4. pg. 297 – 301. 1988.

DAVIES , H., M., S.; PHILIP, C.; MIERRITT, J., S. Gross anatomy of the equine digit. In: Floyd, A., E.; Mansmann, R., A. **Equine Podiatry**. St. Louis. Saunders Elseviers. 2007. p. 1 – 24a.

DAVIES , H., M., S.; PHILIP, C.; MIERRITT, J., S. Functional anatomy of the Equine digit: Determining function from structure. In: Floyd, A., E.; Mansmann, R., A. **Equine Podiatry**. St. Louis. Saunders Elseviers. 2007. p. 25 – 41b.

ELIASHAR, E.; McGUIGAN, M.,P.; ROGERS, K., A.; WILSON, A., M. **A comparison of three horseshoeing styles on the kinetics of breakover in sound horses.** Equine Veterinary Journal. V. 34. P. 184 – 190. 2002.

EMERY, L.; MILLER, J.; Van HOOSEN, N. **Horseshoeing theory and hoof care**. Philadelphia. Lea & Febiger, 1977, 271 p.

GÜRTLER, H; KETZ, H., A; KOLB, E.; SCHRÖDER, L., et al. Estudo Especial dos Movimentos. In: KOLB, E. **Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro. Guanabara e Koogan S.A. 1984. pg. 480 – 503.

HEEL, M., C., V. **Shoeing sound Warmblood horses with a rolled toe optimizes hoof unrollment and lowers peak loading during breakover.** Equine Veterinary Journal. V. 38. Pg. 258 – 262. 2006.

HILDEBRAND, M. **Symmetrical gaits of horses**. Science, v. 150. P. 701 – 708. 1965.

HUSSNI, C., A.; WISSDORF, H.; NICOLETTI, J., L., M.: **Variações da marcha em equinos da raça Mangalarga Marchador**. Ciência Rural. V.26. n. 1. P. 91 – 95. 1996.

HUSSNI, C., A.; WATANABE, M., J.; ALVEZ, A., L., G.; NICOLETTI, J., L., M et al. **Tenotomia do músculo flexor digital superficial e desmotomia acessória em**

equinos: goniometria radiometacarpiana, metacarpofalângica e interfalângica. Ciência Animal Brasileira. V.11. n.1. P. 218 – 225. 2010.

KAINER, R.A.; FAILS, A., D. In: Baxter, G. **Adams & Stashak's Lameness in Horses.** 6th. Ed. Wiley - Blackwell. 2011. p. 3 – 72.

NICOLETTI, J.L.M; SCHLEGEL, C; THOMASSIAN, A; HUSSNI, C.A; et al. **Mensuração do casco de equinos para identificação objetiva de anormalidade de conformação**. Veterinária Notícias. V.6 n.1. P. 61-68. 2000.

PARKS, A.: **Chronic Laminitis: Strategic Hoof Wall Resection**.Veterinary Clinic Equine. v.26 p. 197–205. 2010.

PIZZIGATTI, DIETRICH. **Variações goniométricas metatarsofalângica e interfalângicas e medidas do casco do membro pélvico de equinos submetidos à tenectomia do flexor digital medial (*flexor longo do halux*)**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em medicina veterinária). Universidade estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu. 2011.

ROEPSTORFF, L.; JOHSNTON, C.; DREVEMO, S. **In vivo and in vitro heel expansion in relation to shoeing and frog pressure. Equine Veterinary Journal**. n. 33. p. 54 – 57. 2001.

ROSS, M., W..: Moviment. In: Ross, M., W.; Dyson, S., J. **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 2 nd. ed. St. Louis. Elsevier Saunders. 2011. Pg. 64 – 80.

SISSON, S. Órgãos do sentido e tegumento comum. In: GETTY, R., SISSON, S., GROSSMAN, J., D. **Sisson & Grossman Anatomia dos animais domesticos**. 5. ed. Rio de Janeiro. Guanabara & Koogan. 1986. 2. v. pg. 681 – 687.

SOUZA, A., F.; KUNZ, J., R.; LAUS, R.; MOREIRA, M., A.; *et al*., **Biometrics of hoof balance in equids.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. 68. n. 4. 825 – 831. 2016.

THOMASSON, J., J.; HEATHER, L., M.; FARAMARZI, B.; JOFRIET, J.,C. **Mechanical Beehavior and Quantitative Morphology of the Equine Laminar Junction**. The Anatomical Record. n. 283A. p. 366 – 379. 2005.

WILLEMEN, M., A.; JACOBS, M., W.; SCHAMHARDT, H., C. **In vitro transmission and attenuation of impact vibrations in the distal forelimb**. Equine Veterinary Journal. n. 30. (Supplement). p. 245 – 248. 1999.

CAPÍTULO 2

Trabalho submetido à revista **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**

Link para o site que indica as normas de publicação da revista:
http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm

MEDIDAS DOS CASCOS, ARTRORADIOGONIOMETRIAS DISTAIS, E ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO DE EQUINOS SUBMETIDOS À CASQUEAMENTO COM REDUÇÃO DA PINÇA

Vitor Bruno Bianconi Rosa*[1], Carlos Alberto Hussni[2]

*[1]: Aluno do programa de Pós – graduação, curso de mestrado em Biotecnologia animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu – SP. vitorbianconi@gmail.com

[2]: Professor Adjunto Doutor do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da FMVZ, UNESP – Campus de Botucatu – SP

Resumo

Avaliou - se a influência do casqueamento sobre a morfologia do casco, sobre os ângulos articulares e a locomoção de equinos. Para realização do trabalho os cascos torácicos de sete equinos sadios foram submetidos à casqueamento regular e, quatorze dias após, submetidos ao casqueamento da pinça. Para o trabalho foram mensurados ângulo e comprimento de pinça, ângulo e altura de talões lateral e medial, comprimento e largura de ranilha, comprimento e largura de sola, ângulos das articulações interfalângica distal, proximal e metacarpo falângica, bem como avaliação da locomoção mediante análise cinematográfica. As mensurações e cinematografia foram realizadas dez, 14, 15, 30 e 45 dias após o casqueamento regular, sendo que aos 14 dias duas mensurações, uma antes e outra depois do casqueamento da pinça, foram realizadas. Para a análise cinematográfica tomou-se a sequência de apoios e tempo permanecido em cada momento de apoio. A comparação das médias obtidas dos indivíduos quanto às variáveis do casco e ângulos articulares dos indivíduos, entre os membros, entre os membros para cada indivíduo, entre os momentos, entre os momentos para cada indivíduo e entre os membros para cada momento, assim como o tempo permanecido em cada momento de apoio ao passo e ao trote, foi realizada com a utilização da análise variância. Resultados inferiores aos de significância estatística (p <

0,05) foram submetidos ao teste de Tukey. O casqueamento da região da pinça promove alterações nas variáveis comprimento de pinça, ângulo da pinça, ângulo de talão lateral, altura dos talões medial e lateral, comprimento de ranilha, largura e comprimento de sola, e promove o surgimento de três tipos de trote não descritos na literatura.

Palavras – Chave: Equinos, casqueamento, pinça, ângulos, articulação, locomoção.

Abstract

The trimming of the toe is largely used as part of a therapeutic plan for laminitis or navicular disease. This paper has evaluated the influence of the trimming of the toe over the hooves morphology distal articular angles and locomotion. Seven animals had their forelimb regularly trimmed and after fourteen days the same hooves were trimmed at the toe region only. Value for the lenght and angle of the toe, lenght and angle of the lateral and medial heels, lenght and width of the frog, lenght and width of the sole and the angles of the distal limb. The gait of all animals was also evaluated. The measurements and the gait analysis were done 10, 14, 15, 30 and 45 days after the regular trimming. At the fourteenth Day two measures were done one before the trimming of the toe and the other after. For the gait analisys it was noted the sequency of the limb bearing and the total time that each limb stayed at a bearing position. The mean comparison from all the hoof measurements and the distal angles between the limbs and between the limbs at the diferent moments of the study and between the moments and between the limbs for each moment as the total time that each limb kept in contact to the ground were done by the ANOVA. Values below statistical meaning ($p<0,05$) were subjected to the Tuckey test. O trimming of the toe region changes the lenght and the angle of the toe, angle of the lateral heel, lenght of the lateral and medial heels, lenght of the frog, width and lenght of the sole and changes the pattern of the troto f the species.

Key – words: Equine, trimming, toe, angle, joint, gait.

Introdução

O casco equino ou estojo córneo é um anexo do sistema tegumentar que envolve, protege e suporta estruturas da região distal dos membros (Douglas *et al*., 1998; Parks, 2011).

As medidas do casco equino possuem concepção de normalidade e são amplamente descritas na literatura (Nicoletti *et al*., 2000; Souza *et al*., 2016). Dentre estas medidas, destaca – se o ângulo da pinça que, quando alterado, irá influenciar nos ângulos das articulações interfalângica distal, proximal e metacarpo falângica as quais compõem o eixo podofalângico (Bushe *et al*., 1987).

A locomoção dos equinos consiste no deslocamento do centro de gravidade do animal para frente, para trás ou para o lado, de forma que os membros atuem sequencialmente em fase de apoio e elevação (Gürtler *et al*., 1984). A fase de elevação é composta pela elevação e avanço do membro, sendo que a fase de apoio consiste no apoio e propulsão do membro. O ciclo completo de um passo consiste em realizar, de maneira completa, as fases de elevação e apoio (Stashak e Hill, 2002). As diferentes formas nas quais os equinos se locomovem caracterizam os diferentes tipos de andamentos.

Os andamentos são classificados com base em características como velocidade, simetria, sequência e número de apoios dos cascos no solo, sequência dos membros e número de batidas causadas pelo contato do casco com o solo. Os tipos de andamentos tidos como naturais e consequentemente os mais encontrados na espécie equina são passo, trote, passo equipado e galope (Hussni, 1996). O passo é um andamento de baixa velocidade, caracterizado por oito diferentes momentos de apoio e simétrico, enquanto o trote é um andamento de média velocidade, com dois momentos diferentes de apoio e um momento de suspensão e também simétrico (Gürtler *et al*., 1984).

A compreensão da fisiologia da locomoção é fundamental por parte do clínico uma vez que, é com base nas alterações apresentadas durante o exame físico do aparelho locomotor que o médico veterinário irá estabelecer o diagnóstico de um equino com claudicação (Stashak e Hill, 2002).

Outra ferramenta utilizada para avaliar o andamento equino é a cinematografia, que consiste na filmagem do animal em movimento e posterior avaliação dos mesmos parâmetros descritos no exame físico (Clayton, 1986; 1988). A cinematografia apresenta vantagens quando comparada com a inspeção direta, uma vez que por filmes é possível

determinar com maior precisão as características de cada andamento com destaque nos momentos e tempo de apoio de cada membro, tempo de um ciclo completo do passo e fases de apoio e avanço (Chieffi, 1940; Clayton, 1986).

Enfermidades que acometem estruturas internas do casco dos equinos, como por exemplo, a laminite e a síndrome do navicular, necessitam, entre outros tratamentos, intervenções como remoção da pinça pela parede dorsal e sola dos cascos acometidos (Parks, 2010). Essa técnica é utilizada com o objetivo de diminuir, tanto a tensão exercida pelo tendão flexor digital profundo sobre a terceira falange, como a pressão do mesmo tendão sobre osso navicular (Heel *et al*., 2006). Autores como Eliashar *et al*., (2002) e Heel *et al*., (2006), descreveram o efeito de tal técnica de casqueamento em relação à cinética e a cinemática em equinos portadores de ferraduras. Entretanto, não consta na literatura informações acerca dos efeitos da técnica de casqueamento descrita sobre a locomoção de equinos descalços.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da remoção da pinça pela parede dorsal e sola dos cascos de ambos os membros torácicos de equinos sadios sobre a morfologia, ângulos articulares distais e locomoção com o auxílio da cinematografia.

Materiais e métodos.

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp, Campus de Botucatu, com o protocolo 122/2016.

Foram selecionados sete equinos adultos, mestiços, de ambos os sexos, e sem histórico de enfermidades do sistema locomotor, com idade média de 7,5 anos, e massa corporal média de 288 Kg, e que não haviam sido casqueados por no mínimo seis meses. Mediante exame físico confirmou-se a higidez destes animais, seguido do casqueamento regular para manutenção higiênica dos cascos (Litzke e Rau, 2012). Durante todo o período do estudo os animais foram mantidos soltos em piquetes de piso de terra, alimentados com feno de capim *coast cross*, silagem de azevem e água *ad libitum*.

Dez dias após o casqueamento regular, Realizaram – se as mensurações das variáveis do casco de ambos os membros torácicos, momento denominado M0. Para a avaliação morfológica foram realizadas medidas dos cascos considerados os parâmetros angulares (graus) dos ângulos formados entre a pinça do casco e o solo (**αP**) (tomado

por podogoniometria), talão lateral (**αTL**) e talão medial (**αTM**) a partir de imagens digitais (Sony, DSC H20, Japan) gerando arquivos "JPEG" *e* destas imagens mensurados os referidos ângulos utilizando-se o programa Corel Draw® (Corel Draw, X7, Canada). Com fita métrica flexível realizou – se a mensuração dos padrões lineares (centímetros) dos comprimentos de talões medial (**TM**) e lateral (**TL**), comprimento de ranilha (**CR**), largura de ranilha (**LR**), largura de sola (**LS**), comprimento de sola (**CS**) e de pinça **(CP)**. Para a obtenção das variáveis podais utilizou-se o protocolo descrito por Nicoletti et al. (2000). Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando os membros por indivíduo nos diferentes momentos, entre os momentos para cada indivíduo e entre os membros para cada momento. Ainda em M0, procedeu – se a avaliação dos ângulos articulares distais mediante artroradiogoniometria. Para tal foram realizados exames radiográficos das articulações interfalângica proximal e distal e metacarpofalângica. Os exames foram procedidos de acordo com as técnicas previamente descritas na literatura (Hussni *et al*., 2010; Page e Hagen, 2002). Em seguida mensuraram-se os ângulos articulares metacarpofalângico (**αMTC**), interfalângico proximal (**αIFP**) e distal (**αIFD**) (Hussni *et al*., 2015). As mensurações foram realizadas com o auxílio do software Clear Canvas® (Clear Canvas, Personal Edition, Canada). Os valores provenientes das mensurações foram submetidos à análise de variância, comparando os membros por indivíduo nos diferentes momentos, entre os momentos para cada indivíduo e entre os membros para cada momento.

Imediatamente após as mensurações do casco, realizou – se a análise cinematográfica por meio de filmagem obtendo-se vídeos (Sony, HDR PJ200, Japan) com 30 quadros por segundo (FPS) e gerando arquivos do tipo MTS de alta definição (AVCHD). Cada animal foi conduzido ao passo e trote em linha reta sobre pista de concreto demarcada, plana e horizontal, por cinco metros. Todos os animais foram conduzidos pelo mesmo condutor em todos os momentos. As tomadas foram realizadas pelo lado esquerdo do animal, com a câmera sempre posicionada a distância de oito metros e a 1,5 metros de altura do solo.

Após a obtenção dos vídeos, as imagens foram analisadas quadro a quadro, em um padrão de 30 quadros por segundo, e foram tomadas as sequências de apoio de cada animal, em todos os momentos para ambos os andamentos, a velocidade média em metros por segundo do percurso, a quantidade de quadros e o tempo total em segundos (TTS) que cada animal permaneceu nos respectivos momentos de apoio ou suspensão (Hildebrand, 1965; Hussni *et al*., 1996).

Para a determinação do TTS permanecido em cada momento de apoio ou suspensão, realizou – se a multiplicação da quantidade total de quadros permanecidos nos respectivos apoios por 0,03 segundos (equivalente em segundos para cada quadro). Com o TTS, procedeu – se a análise estatística mediante análise de variância, comparando o TTS de cada animal para cada momento de apoio ou suspensão, tanto a passo quanto ao trote, entre os indivíduos nos diferentes momentos do experimento e entre os diferentes momentos. Para todas as análises estatísticas foi utilizado o nível de significância de 5%. Resultados de $p < 0,05$ foram submetidos ao teste TUKEY. (Pagano e Gauvreau, 2004).

As mensurações das variáveis dos cascos, as artroradiogoniometrias e aprodução dos vídeos dos animais a passo e a trote foram realizados com os animais nos momentos iniciais (M0) (dez dias após o casqueamento inicial) para cada animal, e repetiram-se do mesmo modo nos momentos subsequentes aos 14 dias após o casqueamento inicial (M14A), seguido imediatamente por um segundo casqueamento direcionado a remover a pinça pela parede dorsal e sola dos cascos de ambos os membros torácicos (Fig. 1) e este sendo considerado momento B aos 14 dias (M14B). Deste momento somado 24 horas considerou-se o momento aos 15 dias após o início (M15) e sequencialmente por mais dois momentos de 30 e 45 dias após o casqueamento inicial denominados momentos 30 e 45 respectivamentes (M30 e M45) (Fig. 2).

Figura 1. Aspecto dos cascos torácicos dos animais utilizados no estudo após o casqueamento da pinça pela parede dorsal e sola. A - vista lateral. B - vista pela sola.

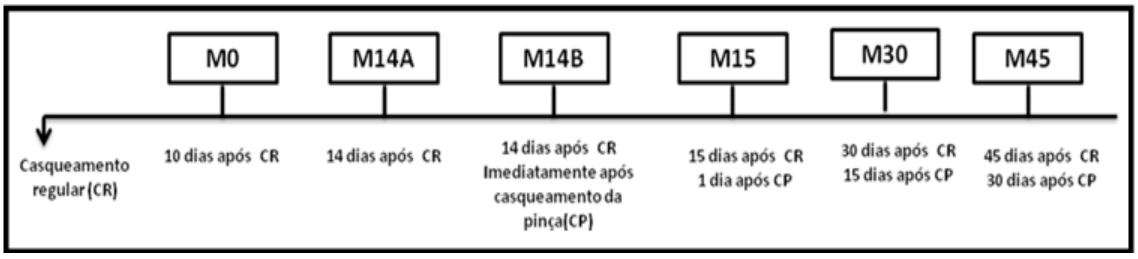

Figura 3. Representação em ordem cronológica dos diferentes momentos da realização das mensurações e produção dos vídeos dos animais do estudo.

Resultados e Discussão.

A análise estatística da variável CP revelou diferença ($P < 0,001$) apenas entre os momentos. Os momentos M0 e M14A não diferiram entre eles, entretanto, diferiram dos demais (Tab.1). A diminuição significativa que aparece a partir de M14A é devido ao casqueamento da região da pinça e, permanece até M45. Quando considerada a média antes do casqueamento da pinça em M0, os valores são próximos dos encontrados por Ovnicek *et al*., (1995) (8,3 cm), que realizaram mensurações em cascos de equinos selvagens os quais jamais haviam sido submetidos a qualquer intervenção no casco e mantidos em piso de areia. Os valores encontrados neste estudo também foram próximos aos obtidos por Nicoletti *et al*., (2000) (entre 8,25 e 8,97 cm), cujo trabalho teve o objetivo de avaliar a morfologia dos cascos de animais atletas. Os valores descritos por Schade *et al*., (2012) (8,63 ± 0,88 cm) em animais utilizados para tração em ambiente urbano e por Souza *et al*., (2016) (8,59 ± 0,69 cm) em animais mantidos em ambiente semiextensivo também foram próximos aos valores aqui descritos.

A variável αP apresentou diferenças significativas ($P = 0,012$) entre os momentos M0 e M45 (Tab. 1). Os valores diferiram dos encontrados por Ovnicek *et al*. (1995), os quais variaram entre 57º e 68º. Isso se deve, muito provavelmente, ao fato do padrão de desgaste do estojo córneo diferir entre piso de areia e do de terra, utilizado neste trabalho. No piso de areia o estojo córneo tende a adquirir proeminências em região de transição entre pinça e quartos lateral e medial, cuja função é de fornecer maior atrito entre o casco e solo (Ovnicek, 1995). Entretanto Nicoletti *et al*. (2000), Schade *et al*., (2012) e Souza *et al*., (2016), encontraram valores semelhantes aos descritos neste estudo com médias que variaram entre 50,66º e 53,50º; 49,1º; 49,46º e 55,56º respectivamente.

	MOMENTOS	MEMBRO	
		D	**E**
COMPRIMENTO DE PINÇA	M0	8,157^{a}	8,257^{a}
	M14A	7,671^{a}	7,700^{a}
	M14B	6,314^{b}	6,286^{b}
	M15	6,314^{b}	6,286^{b}
	M30	6,700^{b}	6,771^{b}
	M45	6,686^{b}	6,514^{b}
	MOMENTOS	**D**	**E**
ÂGULO DA PINÇA	M0	49,857$^{o\ b}$	41,971$^{o\ b}$
	M14A	47,714$^{o\ ab}$	49,571$^{o\ ab}$
	M14B	48,571$^{o\ ab}$	48,429$^{o\ ab}$
	M15	48,571$^{o\ ab}$	48,429$^{o\ ab}$
	M30	53,143$^{o\ ab}$	52,143$^{o\ ab}$
	M45	54$^{o\ a}$	54,143$^{o\ a}$
	MOMENTOS	**D**	**E**
ÂGULO DE TALÃO LATERAL	M0	40,857$^{o\ bA}$	40,857$^{o\ A}$
	M14A	44,857$^{o\ abA}$	42,286$^{o\ B}$
	M14B	46,143$^{o\ abA}$	42,714$^{o\ B}$
	M15	46,857$^{o\ aA}$	42,857$^{o\ B}$
	M30	45,571$^{o\ abA}$	42,714$^{o\ B}$
	M45	45,571$^{o\ abA}$	45,571$^{o\ A}$
	MOMENTOS	**D**	**E**
COMPRIMENTO TALÃO MEDIAL	M0	5,043^{a}	5,086^{a}
	M14A	4,271^{b}	4,114^{b}
	M14B	4,271^{b}	4,114^{b}
	M15	4,271^{b}	4,114^{b}
	M30	4,286^{b}	4,129^{b}
	M45	4,143^{b}	3,857^{b}
	MOMENTOS	**D**	**E**
COMPRIMENTO TALÃO LATERAL	M0	5,129^{a}	5,114^{a}
	M14A	4,329^{b}	4,129^{b}
	M14B	4,329^{b}	4,129^{b}
	M15	4,329^{b}	4,129^{b}
	M30	4,386^{b}	4,143^{b}
	M45	4,114^{b}	3,957^{b}
	MOMENTOS	**D**	**E**
COMPRIMENTO DE RANILHA	M0	8,129^{a}	8,143^{a}
	M14A	7,629^{b}	7,557^{b}
	M14B	7,629^{b}	7,557^{b}
	M15	7,629^{b}	7,557^{b}
	M30	7,757^{ab}	7,629^{ab}
	M45	7,643^{ab}	7,671^{ab}
	MOMENTOS	**D**	**E**
LARGURA DE SOLA	M0	11,400^{a}	11,529^{a}
	M14A	11,100^{b}	11,129^{b}
	M14B	11,100^{b}	11,129^{b}
	M15	11,100^{b}	11,129^{b}
	M30	11,157^{a}	11,329^{a}
	M45	11,371^{ab}	11,443^{ab}
	MOMENTOS	**D**	**E**
COMPRIMENTO DE SOLA	M0	14,171^{a}	14,214^{a}
	M14A	13,757^{a}	13,786^{a}
	M14B	12,629^{b}	12,543^{b}
	M15	12,629^{b}	12,543^{b}
	M30	12,771^{b}	12,829^{b}
	M45	12,900^{b}	12,957^{b}

Tabela 1 - Médias das medidas obtidas dos cascos de ambos os membros torácicos dos sete animais cujas diferenças apresentaram significância estatística ($p < 0,05$), nos diferentes momentos do experimento. As letras minúsculas diferentes nas diferentes linhas representam diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os diferentes momentos, e letras maiúsculas diferentes na mesma linha e em colunas diferentes representam diferença estatística entre os membros direito e esquerdo nos diferentes momentos. D = direito. E = e.

A análise estatística da variável αTL revelou diferença significativa entre os membros (P = 0,017) em M14A (P = 0,012), M14B (P = 0,001), M15 (P < 0,001) e

M30 (P = 0,006), e entre os momentos M0 e M15 para o membro direito (P > 0,001) (Tab.1). A diferença entre os membros deve – se ao fato de, apesar do casqueamento regular, em determinados indivíduos não foi possível eliminar por completo as assimetrias causadas pelo longo período permanecido sem a devida higiene dos cascos. A mesma variável foi apresentada por Nicoletti *et al*., (2000), com valores os quais não se assemelharam aos apresentados neste trabalho, 36,88º para membro torácico direito e 35,94º para o membro torácico esquerdo. Souza *et al*., (2016), encontraram valores entre 40,26º e 51º para a mesma variável, os quais se assemelharam aos descritos neste estudo.

As variáveis TL e TM apresentaram diferenças significativas entre os momentos (P < 0,001), sendo que, para ambas, apenas M0 diferiu dos demais momentos (Tab.1). Em trabalho realizado por Schade *et al*., (2012), em equinos utilizados para tração, foram observadas médias consideravelmente diferentes. Os valores encontrados foram entre 3,01 e 3,51 cm, e entre 3,02 e 3,5 cm para TL e TM respectivamente. Esta diferença se dá devido ao aspecto mais abrasivo do terreno de concreto no qual os indivíduos eram mantidos. Em trabalho cujo objetivo foi comparar as alterações dos cascos torácicos de equinos submetidos a duas técnicas cirúrgicas diferentes, Hussni *et al*., (2015) obtiveram valores gerais entre 3,8 e 4,6 cm para os talões, valores que também se encontraram levemente abaixo das médias obtidas no presente trabalho. Souza *et al*., (2016), descreveram valores mais próximos, porém acima dos aqui descritas, entre 4,51 e 5,57 cm para talão medial e entre 4,55 e 5.59 para talão lateral. Com base nas médias dos membros, nos diferentes momentos, é possível alegar que não houve assimetria entre os comprimentos dos talões laterais e mediais do estojo córneo, uma vez que o desequilíbrio é considerado quando a diferença é acima de meio centímetro (O´Grady e Poupard, 2003).

Entre as variáveis mensuradas da ranilha apenas CR apresentou diferença significativas (P = 0,021). A diferença é observada entre os momentos M0 e M14A, M14B e M30 (Tab.1). Os valores descritos foram muito próximos dos observados por Nicoletti *et al*., (2000), Schade *et al*., (2012) e Souza *et al*., (2016), cujos valores foram entre 7,81 e 7,87, 8,59 e 8,66 e entre 7,6 e 9,02 centímetros respectivamente.

As variáveis CS e LS apresentaram diferenças significativas (P < 0,001), ambas entre os momentos. Em relação à LS, após M0 houve diminuição significativa que permanece até M15, porém em M30 deixa de existir (Tab.1). Os valores encontrados são semelhantes aos descritos por Nicoletti *et al*., (2000) (entre 11,08 e 11,12 cm),

Schade *et al*., (2012) (entre 12,09 e 12,1 cm) e Hussni *et al*., (2015) (entre 11,9 e 12,4 cm).

Quanto à variável CS, após o casqueamento da pinça (M14B) ocorreu diminuição significativa da medida que permanece até M45 (Tab.1). Se consideradas as médias antes das intervenções nos cascos, os valores obtidos neste trabalho (Tab.1) encontram-se levemente acima dos valores descritos por Nicoletti *et al*., (2000), Schade *et al*., (2012) e Souza *et al*., (2016) cujos valores foram de 13,01, 12,85 ± 1,20 e 12,91 ± 0,68 respectivamente.

O casqueamento realizado não promoveu diferenças dos ângulos articulares distais. Isso se deve ao fato de que o procedimento em questão não influenciou o ângulo da pinça a ponto de alterar os ângulos das articulações interfalângica distal, proximal e metacarpofalângica.

A cinematografia do passo de todos os indivíduos em todos os momentos mostrou a sequência característica do andamento descrito na literatura (Hussni *et al*., 1996), que consiste em oito momentos de apoio (Fig.3), bem como um andamento simétrico e de baixa velocidade, cuja velocidade média variou entre 1,35 e 1,8 metros por segundo.

A análise cinematográfica do trote mostrou em M0, a sequência característica do andamento descrito na literatura (Hussni *et al*., 1996) para todos os animais, que consiste em apoios bipedais diagonais alternados com momentos de suspensão (Fig.3). Entretanto, a partir de M0 surgem três modificações não características do andamento.

A primeira modificação do trote (Fig.3) é apresentada pelo animal 3 em M14B, animal 5 em M15 e M30, animal 6 em M14A e 45 e animal 7 em M14B e 30. A alteração consiste no aparecimento de um momento de apoio monopedal anterior esquerdo imediatamente antes do apoio bipedal diagonal esquerdo e apoio monopedal anterior direito imediatamente antes do bipedal diagonal direito. Associado a modificação do trote há diminuição do tempo tts permanecido em ambos os apoios bipedais diagonais (Tab.2)

A segunda modificação do trote (Fig.3) é apresentada pelo animal 1 em M15 e pelo animal 5 em M14B, e consiste no apoio monopedal posterior direito antes do bipedal diagonal esquerdo e monopedal posterior esquerdo antes do bipedal diagonal direito. Diferentemente do que ocorre com os animais que apresentaram o trote modificado 1, os animais que apresentaram o trote modificado 2 mostram o surgimento de um momento monopedal sem que outros apoios diminuam seus respectivos tempo de

permanência. Tanto o animal 1 em M15 quanto o animal 5 em M14B tiveram diminuição do tts permanecido em ambos os apoios bipedais diagonais (Tab.3).

ANIMAL	MOMENTOS DO EXPERIMENTO	TEMPO EM SEGUNDOS PERMANECIDO NOS RESPECTIVOS MOMENTOS DE APOIO					
		BDD	SUS	MAE	BDE	SUS	MAD
3	M0	0,3	0,03	0	0,3	0,03	0
3	M14B	0,27	0,03	0,03	0,27	0,03	0,03
5	M0	0,3	0,03	0	0,3	0,03	0
5	M15	0,24	0,03	0,03	0,24	0,03	0,03
5	M30	0,24	0,03	0,03	0,24	0,03	0,03
6	M0	0,27	0,03	0	0,27	0,03	0
6	M14A	0,24	0,03	0,06	0,24	0,03	0,06
6	M45	0,27	0,03	0,03	0,27	0,03	0,03
7	M0	0,27	0,03	0	0,27	0,03	0
7	M14B	0,24	0,03	0,03	0,24	0,03	0,03
7	M30	0,24	0,03	0,03	0,24	0,03	0,03

Tabela 1. Tempo de permanência em segundos nos diferentes momentos de apoio dos animais 3 em M0 e M14B, 5 em M0, M15 e M30, 6 em M0, M14A e M45 e 7 em M0, M14B e M30. BDD = bipedal diagonal direito; SUS = suspensão; MAE = monopedal anterior esquerdo; BDE = bipedal diagonal esquerdo; MAD = monopedal anterior direito.

Animal	Momentos do experimento	Tempo em segundos permanecido nos respectivos momentos de apoio					
		BDD	SUS	MPD	BDE	SUS	MPE
1	M0	0,27	0,03	0	0,27	0,03	0
1	M15	0,24	0,03	0,03	0,24	0,03	0,03
5	M0	0,3	0,03	0	0,3	0,03	0
5	M14B	0,24	0,03	0,03	0,24	0,03	0,03

Tabela 2. Tempo de permanência em segundos nos diferentes momentos de apoio dos animais 1 em M0 e M15, 5 em M0, M14B. BDD = bipedal diagonal direito; SUS = suspensão; MPD = monopedal posterior direito; BDE = bipedal diagonal esquerdo; MPE = monopedal posterior esquerdo.

A terceira e última modificação do trote (Fig.3) é apresentada apenas pelo animal 7 em M45 e consiste no aparecimento do apoio quadrupedal entre os apoio bipedais diagonais direito e esquerdo, e o desaparecimento do momento de suspensão que caracteriza o andamento mostrando uma tendência do indivíduo em dissociar o trote em marcha. Diferentemente do que ocorreu com os animais que desenvolveram os trotes modificados 1 e 2, o animal 7 em 45 não apresenta diminuição do tempo de permanência nos momentos de apoio bipedais (Tab.4).

Animal	Momentos do experimento	Tempo em segundos permanecido nos respectivos momentos de apoio					
		BDD	SUS	QUA	BDE	SUS	QUA
7	M0	0,24	0,03	0	0,24	0,03	0
7	M45	0,24	0	0,03	0,24	0	0,03

Tabela 3. Tempo de permanência em segundos nos diferentes momentos de apoio do animal 7 em M0 e M45. BDD = bipedal diagonal direito; SUS = suspensão; QUA = quadrupedal; BDE = bipedal diagonal esquerdo.

A análise estatística do tempo total em segundos permanecidos nos momentos de apoio do passo revelou que, entre os diferentes momentos do experimento, houve diminuição do tempo permanecido em apoio bipedal lateral esquerdo entre os momentos M0 e M15, diferença que permanece em M30 e em M45 deixa de existir. Já

ao trote houve diminuição, entre M0 e M14B, do tempo permanecido em ambos os momentos de suspensão, diferença que persiste apenas até M15.

Não houve diferença quanto à velocidade média do percurso percorrido pelos indivíduos em nenhum dos andamentos.

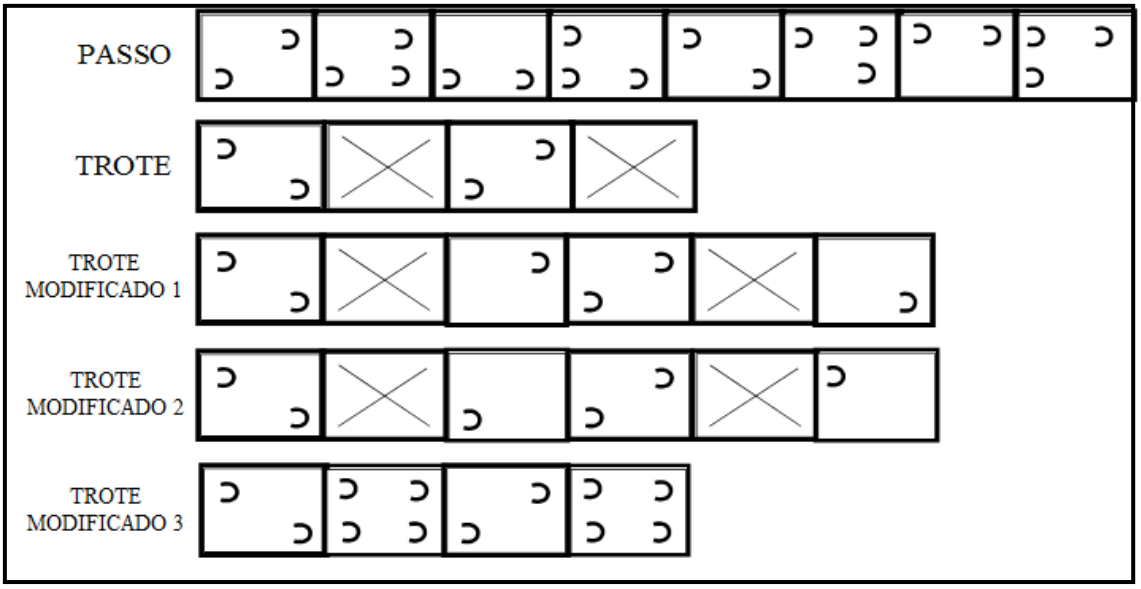

Figura 3. Diagrama demonstrativo da sequência de apoios dos andamentos passo e trote com suas modificações apresentados pelos animais nos diferentes momentos**. Passo – apresentado por todos os animais em todos os momentos; Trote – apresentado por todos os animais no momento inicial (M0); Trote modificado 1 – apresentado pelo animal 3 em M14B, animal 5 em M15 e M30, animal 6 entre M14A e M45 e pelo animal 7 entre M14B e M30; Trote modificado 2 – apresentado pelo animal 1 em M15 e pelo animal 5 em M14B; Trote modificado 3 – apresentado pelo animal 7 em M45 .**

Conclusão.

O casqueamento com redução da pinça em membros torácicos de equinos sadios promove alterações significativas em parâmetros como comprimento de pinça, ângulo da pinça, ângulo de talão lateral, altura dos talões medial e lateral, comprimento de ranilha, largura e comprimento de sola. Contudo, os ângulos dorsais das articulações metacarpo falângica, interfalângica distal e proximal não são afetados. Em relação à locomoção, a diminuição do casco no sentido pinça talões promoveu redução do tempo de permanência em apoio bipedal lateral esquerdo ao passo, bem como o surgimento de três variações do trote não descritas até o momento na literatura, e o aumento do tempo de permanência em suspensão ao trote.

Referências bibliográficas

BUSHE, T.; TURNER, T.; POULOS, P.; HARWELL, N.M. **The effect of hoof angle on coffin, pastern, and fetlock joint angles**. In: Proceedings of The AAEP. v. 33. p.729-737. 1987

CHIEFFI, A.: **Contribuição para o estudo da localização do centro de gravidade no corpo dos animais domésticos e dos fatores que produzem seu deslocamento temporário ou permanente. II: Estudo do trote do cavalo pela cinematografia**. Rev. Ind. Animal, 3 N. S. 1. 1940.

CLAYTON, H., M. **Cinematographic analysis of the gait of lame horses.** Jou. Equ. Vet. Sc. Vol. 6. n. 2. pg. 297 – 70. 78. 1986.

CLAYTON, H., M. **Cinematographic analysis of the gait of lame horses V: Fibrotic myopathy**. Jou. Equ. Vet. Sc. Vol. 8. n. 4. pg. 297 – 301. 1988.

DOUGLAS, J.,E.; BIDDICK, T.,L.; THOMASON, J.,J.; JOFRIET, J.,C.: **Stress - strain behaviour of the equine laminar junction**, The Jou. Exp. Bio. 201, p.2287 - 2297, 1998.

ELIASHAR, E.; McGUIGAN, M.,P.; ROGERS, K., A.; WILSON, A., M. **A comparison of three horseshoeing styles on the kinetics of breakover in sound horses.** Equ. Vet. Jou. V. 34. P. 184 – 190. 2002.

GÜRTLER, H; KETZ, H., A; KOLB, E.; SCHRÖDER, L., et al. Estudo Especial dos Movimentos. In: KOLB, E. **Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro. Guanabara e Koogan S.A. 1984. pg. 480 – 503.

HEEL, M., C., V. **Shoeing sound Warmblood horses with a rolled toe optimizes hoof unrollment and lowers peak loading during breakover.** Equ. Vet. Jou. V. 38. Pg. 258 – 262. 2006.

HILDEBRAND, M. **Symmetrical gaits of horses**. Science, v. 150. P. 701 – 708. 1965.

HUSSNI, C., A.; WISSDORF, H.; NICOLETTI, J., L., M.: **Variações da marcha em equinos da raça Mangalarga Marchador**. Ciência Rural. V.26. n. 1. P. 91 – 95. 1996.

HUSSNI, C., A.; WATANABE, M., J.; ALVEZ, A., L., G.; NICOLETTI, J., L., M et al. **Tenotomia do músculo flexor digital superficial e desmotomia acessória em equinos: goniometria radiometacarpiana, metacarpofalângica e interfalângica**. Ciê. Ani. Bra. V.11. n.1. P. 218 – 225. 2010.

HUSSNI, C.A.; WATANABE, M., J.; ALONSO, J.; RODRIGUES, C., A.; *et al*,. **Comparação Morfológica Dos Cascos Dos Membros Torácicos De Equinos Submetidos À Tenotomia Do Flexor Digital Superficial Ou À Desmotomia De Seu Ligamento Acessório.** Vet. Not. v. 21. n. 2. pg. 12 – 19. 2015.

LITZKE, L., F.; RAU, B. **Der Huf: Lehrbuch des Hufbeschlages begründet von Hermann Ruthe.** Stuttgart. Enke. 6. Ed. 2012.

NICOLETTI, J.L.M; SCHLEGEL, C; THOMASSIAN, A; HUSSNI, C.A; et al. **Mensuração do casco de equinos para identificação objetiva de anormalidade de conformação**. Vet. Not. V.6 n.1. P. 61-68. 2000.

O´GRADY, S.E.; POUPARD, D.A. **Proper physiology and horseshoeing**. Vet. Cli. Nor. Am.: Equ. Prac., v.19, n.2, p.333-351, 2003.

OVNICEK, G.; ERFLE, J., B.; PETERS, D. **Wild Horse Hoof Patterns Offers Formula for Preventing and Treating Lameness**. Proceedings of AAEP. v. 41. p. 258 – 260. 1995.

PAGANO, M.; GRAUVREAU, K. **Princípios de Bioestatística**. São Paulo. Thomson Pioneira. 2004.

PAGE, B. T.; HAGEN, T. L.: **Breakover of the Hoof and its Effect on Structures and Forces Within the Foot**. Jou. Equ. Vet. Sci. v.22 p. 258–264. 2002.

PARKS, A.: **Chronic Laminitis: Strategic Hoof Wall Resection**.Vet. Cli. Equ. v.26 p. 197–205. 2010.

PARKS, A.: The Foot and Shoeing. In: Ross, M., W.; Dyson, S., J. **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 2 nd. ed. St. Louis. Elsevier Saunders. 2011. Pg. 288 – 309.

SCHADE, J.; BALDISSERA, R.; PAOLINI, E.; FONTEQUE, J. H. **Biometria do equilíbrio podal em equinos de tração pertencentes ao Programa de Extensão "Amigo do Carroceiro" do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no município de Lages/SC, Brasil**. Cienc. Rur. vol.43, n.3, p. 456-461. 2012.

SOUZA, A., F.; KUNZ, J., R.; LAUS, R.; MOREIRA, M., A.; *et al*., **Biometrics of hoof balance in equids.** Arq. Bra. Med. Vet. e Zoo. V. 68. n. 4. 825 – 831. 2016.

STASHAK, T.S.; HILL, C. IN: STASHAK, T.S. **Adam's Lameness in Horses.** 5th. Ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 73- 98.