

BIOMECÂNICA DA LOCOMOÇÃO DOS EQÜINOS

Prof. Alessandro Moreira Procópio
Doutor em Ciência Animal/Melhoramento Genético
Professor de Melhoramento Animal e Equídeocultura e
Coordenador do Curso de Zootecnia da FEAD-Belo Horizonte –MG

1- INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico e a crescente industrialização mundial nos impõem, àqueles que trabalham com a produção animal, o pré-requisito da preservação ambiental visando a sustentabilidade dos sistemas de produção. A utilização dos eqüídeos declinou, a princípio, com a Revolução Industrial no início do século XX, porém o interesse em cavalos ocorre de forma crescente, já há algumas décadas. Esta volta do homem na lida com o cavalo acontece graças a sua necessidade de realizar o trabalho nas fazendas de bovinos de corte, crescente principalmente nas regiões oeste e norte do país. Soma-se a esse fato a prática dos diversos esportes ou como opção de lazer em formas de cavalgadas ecológicas que permitem o contato com a natureza. Os eqüinos da espécie *Equus caballus* como possuímos hoje, existem há milhões de anos atrás, porém sua domesticação se deu aproximadamente há 4.000 anos AC. Desde esta data, o homem procura entender e explorar os processos que interferem na locomoção destes animais, a fim de aperfeiçoar sua utilização para a caça e transporte de cavaleiros ou cargas. A avaliação da biomecânica da locomoção eqüina é condição primária para o bom desempenho destes animais em suas diversas atividades e exige evolução em seus métodos, com a utilização da tecnologia de forma auxiliar. Em casos onde a avaliação qualitativa da locomoção é inadequada, necessita-se do uso de um método quantitativo de análise que oferece grande confiabilidade sem os vícios que são inerentes à análise subjetiva. Dentro da biomecânica, a análise cinemática mede a geometria do movimento enquanto a cinética estuda as forças responsáveis pelos movimentos. As diferentes formas de avaliação da locomoção e o detalhamento da análise cinemática por meio de filmagens e análise biomecânica computadorizada serão discutidos a seguir.

2- TERMINOLOGIAS UTILIZADAS PARA DESCREVER A LOCOMOÇÃO EQÜINA

O estudo da locomoção eqüina depara-se inicialmente com a falta de padronização da terminologia utilizada, seja isto decorrente do regionalismo dentro de um mesmo país, ou mesmo pela variação na tradução de termos de outro idioma. Ainda, existe a influência das diferentes formações técnicas dos profissionais que lidam com a locomoção dos animais, como os Médicos Veterinários, os Zootecnistas e os profissionais de Educação Física e de Fisioterapia. Abaixo estão alguns termos e variáveis relacionadas com a movimentação dos membros.

- Deslocamento: Deslocamento de um corpo ou objeto medido por uma linha reta entre o ponto inicial até o ponto final.
- Distância: Quantidade física de extensão com medição unitária em metros.
- Passada completa: Ciclo completo de séries repetitivas dos movimentos do membro que caracterizam um andamento particular. É a seqüência de apoios, compreendida entre dois momentos idênticos de apoio sucessivos do mesmo membro.
- Duração da passada: Tempo decorrido para uma passada completa.
- Frequência da passada: Número de passadas completas por unidade de tempo, podendo ser expresso em passadas por segundo (passadas/s) ou hertz, ou ainda em passadas por minuto (passadas/min),.
- Comprimento da passada: Corresponde ao deslocamento efetuado pelo membro em uma passada completa. Expresso em centímetros (cm) ou metros (m).
- Velocidade da passada: Deslocamento do animal em função do tempo, normalmente expresso em metros por segundo (m/s) ou quilômetros por hora (km/h).
- Batida: Ruído produzido quando o membro toca o solo.
- Tempo: Número de batidas em uma passada completa.
- Pegadas: Marcas dos cascos deixadas no solo.
- Pista: Sucessão de pegadas.
- Pista simples e com sobrepegada: quando as pegadas dos membros posteriores cobrem as dos membros anteriores.
- Pista dupla inversa e com ultrapegada: quando as pegadas dos membros posteriores ultrapassam as dos membros anteriores.

- Pista dupla direta e com retropegada: quando as pegadas dos membros posteriores não atingem as dos anteriores.
- Andamento reunido ou curto: Aquele em que as passadas ocorrem com pouco deslocamento dos membros. No passo, marcha e trote ocorre a retropegada.
- Andamento médio ou normal: Aquele em que as passadas ocorrem com deslocamento mediano dos membros. No passo, marcha e trote ocorre sobrepegada.
- Andamento alongado: Aquele em que as passadas ocorrem com maior deslocamento dos membros. No passo, marcha e trote ocorre ultrapegada.
- Movimentos parasitas: Aqueles onde os membros movimentam-se excessivamente, fora de seu curso normal, causando maior dispêndio de energia.
- Toada: Refere-se à velocidade e ritmo do andamento do eqüino.

3 - CONFORMAÇÃO X LOCOMOÇÃO

Segundo Barrey (1999), o corpo do cavalo pode ser definido como um agrupamento de vários segmentos articulados entre si, portanto, as equações que determinam os movimentos desses segmentos são mais complicadas do que aquelas que determinariam o movimento de um corpo rígido, bem como interferem na localização do centro de gravidade (Figura 1). A localização do centro de gravidade, embora varie de acordo com a conformação de cada raça ou mesmo entre indivíduos, é observada na altura média do costado do animal, caudalmente à linha que separa os terços cranial e médio do corpo. A localização do centro de gravidade, do cavalo pode ser calculada considerando a massa e as coordenadas do centro de gravidade de cada segmento ósseo.

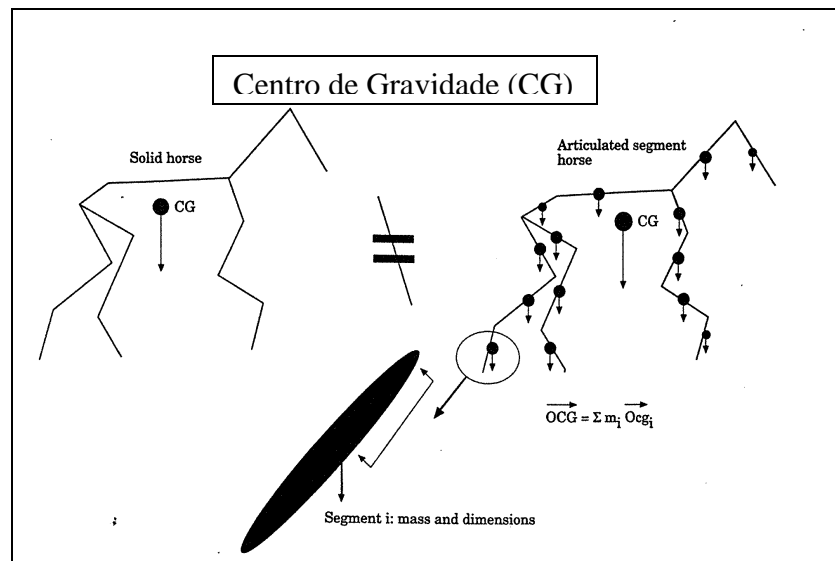


Figura 1 Modelo mecânico de um cavalo composto de segmentos corporais articulados.
Fonte: Barrey, 1999.

Devido à localização mais cranial do centro de gravidade dos eqüinos relacionado ao balanço cefálico, posição e direcionamento do conjunto formado pela cabeça e pescoço, os membros anteriores suportam de 60 a 65% do peso do corpo (Stashak, 1994). As forças produzidas no contato entre os cascos e o solo têm sido estudadas por meio da utilização de plataformas de força. Os equipamentos mais avançados realizam medidas de três componentes independentes de força de reação ao solo (GRF), sendo eles, força vertical (Figura 2), longitudinal - para frente e para trás, ou horizontal e transversal - mediolateral (Hodgson e Rose, 1994).

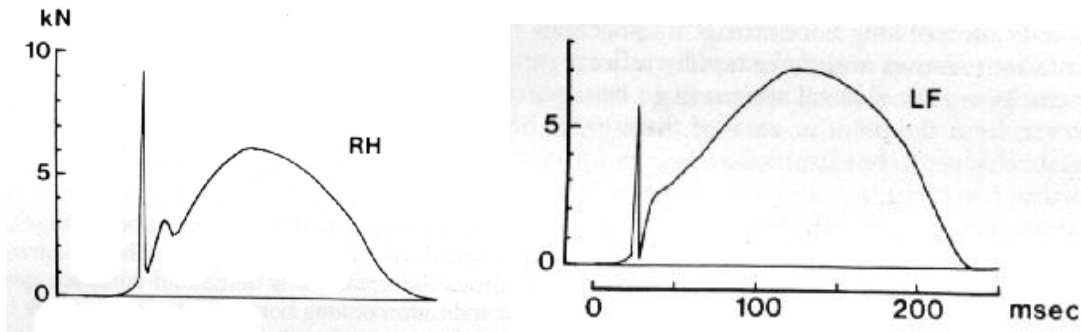


Figura 2. Forças verticais (kN) nas fases de apoio do membro posterior direito (RH) e anterior esquerdo (LF) em um cavalo Trotador Sueco no asfalto a 6,6 m/s.
Fonte: Hodgson & Rose, 1994.

Os criadores são interessados em identificar características de andamento em animais jovens para prever seu desempenho futuro. Back *et al.*(1995), sugeriram que após normalização para conformação nas diferentes idades, a análise cinemática de potros e animais adultos é similar com certos limites. A predição visa selecionar animais com boa qualidade de andamento em idades jovens. Back *et al.* (1995) observou que a duração da fase de suspensão, ângulos máximos de protração e retração e flexões máximas da articulação do jarrete são similares e mostram altas correlações quando os animais são observados quando potros e adultos. Para cavalos de sela, Huizinga *et.al* (1991a,b) e Olsson *et al.*(2000), encontraram correlações positivas de média a alta para características de conformação e habilidade de adestramento e salto para animais em diferentes idades.

4 - PRINCIPAIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA LOCOMOÇÃO EQUINA

4.1 Visão

É a mais utilizada dentre todas as formas de avaliação. A avaliação visual tem como principais pontos positivos, a rapidez da avaliação, a facilidade de comparação entre animais, baixo custo e está acessível a todos os criadores e em quaisquer locais. Como ponto negativo observa-se a dificuldade de definição de regras claras e do treinamento dos árbitros, bem como a possibilidade de interpretação díspar entre os avaliadores.

4.2 Equitação

Quando se objetiva uma avaliação para a seleção, principalmente com objetivos de atuar no melhoramento genético, o ideal é que a característica avaliada esteja o mais correlacionada possível com seu objetivo. Com este enfoque, a equitação é a mais importante das avaliações pois ao equitar o cavalo, o avaliador mensura as características que são o objetivo final do eqüídeo. No caso dos eqüídeos de marcha principalmente, pois a comodidade é considerada o principal atributo entre seus criadores. O grande problema está na subjetividade desta avaliação, onde diferentes avaliadores percebem a comodidade entre outros itens observados na equitação de forma muito heterogênea.

4.3 Audição

É importante fonte auxiliar de avaliação da locomoção, pois as batidas dos cascos informam o ritmo, cadência e até mesmo o equilíbrio do animal.

4.4 Análise cinemática pela videografia e análise computadorizada

A videografia é o método de análise cinemática mais preciso utilizado na espécie eqüina (Back e Clayton, 2001). A análise de vídeo envolve uma seqüência de eventos como a aplicação de marcadores no indivíduo em casos especiais, a montagem e a calibragem do espaço de filmagem, a gravação em vídeo, a digitalização, a transformação, o 'smoothing' ou suavização e a normalização das imagens. As análises podem ser realizadas em duas ou três dimensões, necessitando, nesse caso, de pelo menos duas câmeras.

Desde que os membros do cavalo se movem primariamente no plano sagital, as informações são capturadas em duas dimensões quando vista lateralmente. Porém, quando se quer conhecer o movimento de abdução, de adução ou de rotação interna e externa, durante as atividades esportivas, necessita-se de três dimensões.

Os dados cinemáticos consistem de variáveis temporais, lineares e angulares. Nos eqüinos, os dados temporais que descrevem o tempo de duração de uma passada e o padrão de coordenação dos membros são calculados pelo número de frames e a frequência observada. Calcula-se, também, informações de distância. Pela computação das coordenadas dos marcadores com as informações de calibragem descreve-se o comprimento da passada, a distância do deslocamento entre membros e o vôo dos segmentos dos membros. Dados angulares descrevem os deslocamentos, as velocidades e as acelerações dos segmentos corporais e das articulações. Em análises bidimensionais, os dados angulares usualmente calculados, são as flexões e extensões no plano sagital.

5. ANÁLISES CINEMÁTICAS DOS CAVALOS MARCHADORES

Os dados que serão aqui apresentados foram resultados de coletas de análises realizadas em animais das raças Mangalarga Marchador, Pampa, Campolina e Mangalarga nos anos de 2003, 2004 e 2006, todos eles seguindo a mesma metodologia.

5.1-Metodologia

5.1.1 Local

Para todas as coletas o local foi padronizado de forma a cumprir todos os requisitos técnicos descritos a seguir que podem ser visualizados na Figura 1.

- Piso totalmente plano, firme e não escorregadio.
- Pista de passagem com mais de 15 metros de comprimento e área lateral para fixação da câmera com 15 metros de largura, com área adjacente para a locomoção dos animais antes da entrada e após a saída da pista de filmagem.
- Condição para a instalação de iluminação controlada, distribuída estrategicamente com holofotes de 500 watts cada.
- Plano de filmagem, com fundo homogêneo.
- Pista demarcada com 80cm de largura.
- Rede elétrica com tomadas de 220 e 110 volts.

Os dados das raças Mangalarga Marchador e Pampa foram coletados nas exposições nacionais das respectivas raças, ocorridas no Parque da Gameleira em Belo Horizonte, MG em 2003 e publicadas por Procópio (2004). Os dados da raça Campolina foram coletados na exposição Nacional da Raça em setembro de 2004 e publicados por Brêtas (2006). Os dados da raça Mangalarga foram coletados no parque de exposições da cidade de São João da Boa Vista, SP em setembro de 2006 e ainda não foram publicados.

5.1.2 – Equipamentos

Para realização das filmagens foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Câmera Red Lake Motionscope PCI 500, conectada ao computador com velocidade de filmagem de 250 quadros por segundo (Red Lake, 2003).
- Programa Simi Motion 3D, versão 6.0 (Simi, 2003)

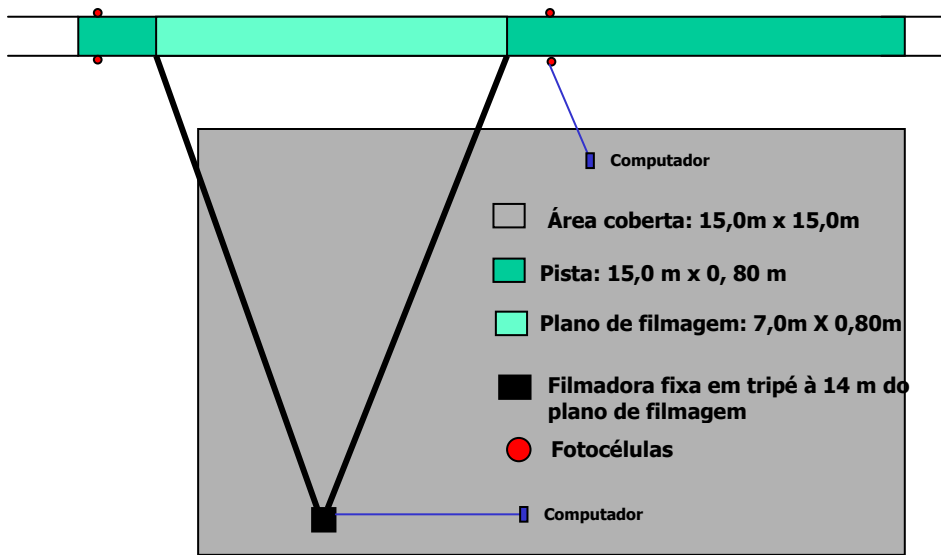


Figura 1 Croqui da área de filmagem dos animais no Parque da Gameleira (Procópio, 2004).

5.1.3 – Escolha dos Animais

Os animais das raças Mangalarga Marchador, Pampa e Campolina foram aqueles premiados nas respectivas exposições e os da Raça Mangalarga foram aqueles cedidos por criadores por convite realizado pelo conselho técnico da ABCCRM. Em todas as raças foram avaliados animais adultos, montados de ambos os sexos, sendo 23 da raça Mangalarga Marchador, 11 da raça Pampa, 20 da raça Campolina e 42 da raça Mangalarga.

5.1.4 – Marcadores

Para a mensuração digital das angulações dos animais foram fixados nos pontos articulares, 19 marcadores reflexivos adesivos com 5 centímetros de diâmetro, confeccionados a partir de material utilizado para a sinalização de placas de trânsito, como observado na figura 2 e descritos por Procópio (2004).

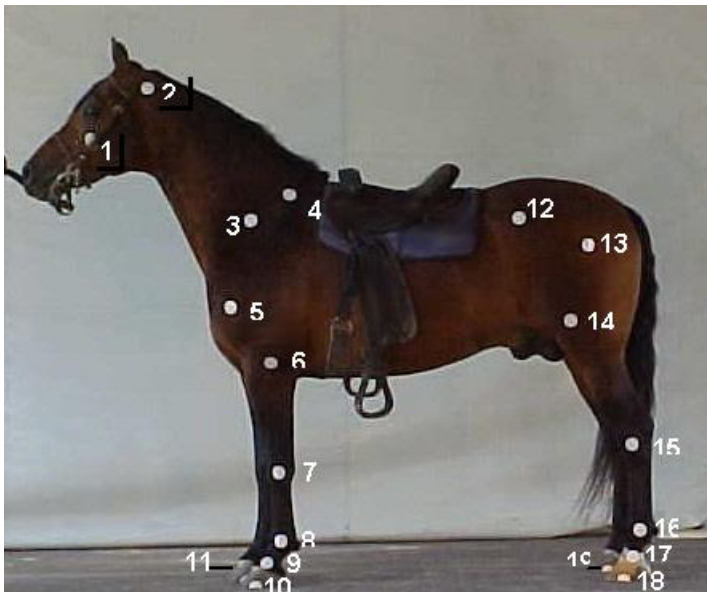


Figura 2 – Pontos articulares com marcadores reflexivos (Procópio, 2004)

5.2. Efeitos da velocidade na cinemática da locomoção eqüina

Para avaliar os fatores relacionados com a velocidade de locomoção dos eqüinos e suas conseqüências, três cavalos da raça Mangalarga Marchador montados por seus respectivos cavaleiros em seis diferentes formas clássicas de locomoção eqüina, o passo reunido, passo médio, passo alongado, marcha reunida, marcha média e marcha alongada, foram analisados. Para cada uma destas formas de locomoção, quantificou-se a velocidade, o comprimento e a freqüência das passadas, além da análise temporal dos apoios dos membros e de seus deslocamentos.

5.2.1 – Relação entre velocidade, comprimento e freqüência das passadas.

A tabela 1 apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão para as variáveis comprimento da passada, freqüência e velocidade da passada. Na amostra pesquisada, observou-se que as velocidades médias para o passo reunido, médio e alongado foram, respectivamente de 5,25, 6,25 e 7,41 quilômetros por hora, enquanto que para as marchas reunida, média e alongada os valores médios foram 10,63, 14,08 e 16,82 quilômetros por hora, observando-se diferença significativa neste quesito entre estes andamentos nas diferentes velocidades. Observa-se que o aumento da velocidade, a princípio se dá pelo acréscimo do comprimento da passada, seguido posteriormente pelo aumento da freqüência da passada. A transição do passo para a marcha se dá principalmente com o acréscimo do aumento da freqüência da passada.

Tabela 1 Valores médios e desvio-padrão (entre parênteses), do comprimento em metros, da freqüência em passadas por segundo e da velocidade em quilômetros por hora das passadas nas diferentes formas de locomoção

Forma de Locomoção	Comprimento	Freqüência	Velocidade
Passo reunido	1,42(0,10)a	1,03(0,06)a	5,25(0,58)a
Passo médio	1,62(0,04)b	1,07(0,07)a	6,25(0,40)b
Passo alongado	1,78(0,04)c	1,15(0,06)b	7,41(0,48)c
Marcha reunida	1,91(0,08)c	1,54(0,05)c	10,63(1,05)d
Marcha média	2,17(0,06)d	1,80(0,08)d	14,08(1,11)e
Marcha alongada	2,37(0,09)e	1,97(0,11)e	16,82(1,78)f

Letras iguais na coluna indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$). Fonte: Procópio,2004

5.2.2 – Relação entre velocidade e distribuição dos apoios

Em eqüinos marchadores, atenção especial tem sido dada ao tempo de apoio de cada membro isoladamente, sendo que a combinação destes apoios vai definir os diferentes padrões de movimento, que resultam nas variações existentes da marcha(Procópio, 2004). A tabela 2 apresenta comparativo entre os valores médios observados para estas combinações de apoio, onde se pode observar que o aumento da velocidade leva a diminuição dos tempos de tríplexes apoios, aumento da proporção de apoios bipedais diagonais em relação aos laterais, surgimento e acréscimo de apoios monopodais e de períodos de suspensão.

Tabela 2 Comparação entre valores médios para velocidade em quilômetros por hora e proporção de tempo dos diferentes apoios em relação à passada completa para as formas de locomoção passo reunido, passo médio, passo alongado, marcha reunida, marcha média e marcha alongada

Forma de Locomoção	Velocidade (km/h)	Tríplices apoios totais	Apoios bipedais diagonais	Apoios bipedais laterais	Apoios monopodais totais	Suspensão
Passo reunido	05,25a	58,73 d	20,16 a	21,11 b	0,00 a	00,00 a
Passo médio	06,25b	50,89 d	26,22 a,b	22,89 b,c	0,00 a	00,00 a
Passo alongado	07,41c	40,28 c	31,26 b	28,47 c	0,00 a	00,00 a
Marcha reunida	10,63d	07,89 b	82,67c	7,10 a	1,96 b	00,00 a
Marcha média	14,08e	00,00 a	81,87c	4,87a	12,28 c	00,98 a
Marcha alongada	16,82f	00,00 a	77,49c	3,78 a	13,94 c	04,28 a

Letras iguais na coluna indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$). Fonte: Procópio,2004

5.3 – Comparativo entre características cinemáticas das diferentes raças

Por meio das análises dos animais nos diferentes estudos pode-se observar que as raças se assemelharam uma das outras em algumas características e que por outro lado elas se diferenciaram com particularidades em alguns quesitos.

5.3.1 - Velocidade, frequência e comprimento das passadas nas diferentes raças

Para efeito comparativo os animais da raça Pampa foram separados de acordo com o regulamento oficial da raça em Marcha Picada, Intermediária, Batida e Trotadas sendo estas classes definidas pelos árbitros da exposição. A tabela 3 apresenta um comparativo entre as diferentes raças. A tabela 3 apresenta comparação entre valores médios para as diferentes classes de andamento e diferentes raças. Importante ressaltar que nesta fase os equitadores foram orientados a conduzir seus conjuntos na mesma toada empregada nas competições.

Tabela 3 Comparação de valores médios para comprimento, frequência e velocidade das passadas entre cavalos classificados em cinco diferentes classes de marcha

Classe de marcha	Comprimento metros	Frequência passadas por segundo	Velocidade Km/h
Pampa Marcha Picada	1,83 a	2,00 d	13,20 a
Pampa Marcha Intermediária	2,09 b	1,76 b	13,24 a
Pampa Marcha Batida	2,26 c	1,89 c	15,39 b
Pampa Marcha Trotada	2,25 c	1,60 a	12,96 a
Mangalarga Marchador	2,43 d	1,98 c,d	17,33 c
Campolina*	2,09	1,84	13,83
Mangalarga*	1,97	1,63	11,54

Letras iguais na coluna indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$)

Fonte: Adaptado de Procópio(2004).

* Dados coletados e analisados em estudo diferenciados.

Pelos dados acima observa-se que em termos de velocidade os animais da raça Mangalarga Marchador a possuem em valor significativamente superior aos demais, seguido dos animais Pampa de marcha batida, enquanto os demais apresentam valores aproximado de 13km/h, sendo que os da raça Mangalarga foram os mais lentos. Os animais de marcha picada apresentaram um andamento de maior frequência e menor comprimento de passadas ocorrendo o oposto com os animais de marcha trotada. Os animais da raça Mangalarga Marchadora alcançaram maior velocidade devido a locomoção com grande comprimento associado a alta frequência das passadas.

5.3.2– Distribuição dos apoios nas diferentes classes de andamento

Os mesmos grupos citados no tópico anterior foram avaliados quanto à distribuição dos apoios de cada membro individualmente e da combinação de apoios entre eles, tendo sido observadas grandes variações e particularidades (Tabela 4) como ressaltadas por Hussni (1998) e Lage (2001).

Tabela 4 Comparação de médias das proporções das diferentes combinações de apoio em relação ao tempo total da passada completa entre as classes de andamento

Classe	Tríplices totais	bipedais diagonais	bipedais laterais	monopedais totais	Suspensão
Marcha Picada	6,04 b	30,31 a	51,05 e	12,61 c,d	0,00 a
Marcha Intermediária	1,07 a	82,05 c	10,20 c	6,69 b	0,00 a
Marcha Batida	0,34 a	79,22 c	4,23 b	15,46 d	0,75 b
Marcha Trotada	0,00 a	92,39 d	0,28 a	4,15 a	3,18 c
Mangalarga Marchador	0,00 a	79,63 c	0,14 a	13,32 c	5,91 d
Campolina*	0,92	58,7	20,96	19,33	0,00
Mangalarga*	0,83	88,91	-	1,34	3,01

Letras iguais na coluna indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$).

Fonte: Adaptado de Procópio(2004). * Dados coletados e analisados em estudo diferenciados.

5.4. Determinação das curvas ângulo-tempo

Após a digitalização dos dados e correta programação, o programa Simi-motion 3D 6.0 de análise biomecânica (Simi, 2004), nos fornece automaticamente gráficos representando os valores angulares, eixo y do gráfico, em função do tempo de cada passada, eixo x do gráfico, que poderão ser visualizados nas figuras 3 e 4. Observando-se a figura 3 visualiza-se intervalo da curva no instante em que o animal está com máxima extensão do carpo e máxima flexão do jarrete. Importante ressaltar que os valores das angulações obtidos nestes gráficos devem ser observados com cautela, devido a existência de deslocamentos de pele. Estes podem levar a valores com erros, entretanto, por meio das análises realizadas pôde-se observar que os marcadores colocados nos membros dos animais como os digitalizados apresentados na figura 3 não apresentam deslocamentos significativos que prejudiquem a análise, principalmente relacionando-se a determinação de pontos de máximo e de mínimo dos valores angulares.

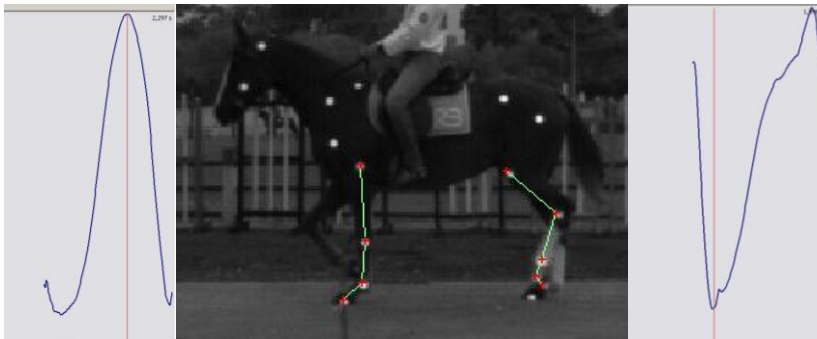


Figura 3- Intervalo de gráfico de curvas ângulo-tempo das articulações do carpo(esquerda) e do jarrete(direita) após digitalização de imagem(Centro).

As análises das curvas ângulo tempo das diversas articulações dos eqüídeos nos permitem comparar cada indivíduo em relação ao grupo. A Figura 4, nos mostra curvas ângulo tempo onde comparam-se as curvas de um animal da raça Mangalarga em relação à média de 42 animais da raça Mangalarga analisados na coleta em setembro de 2006. Observa-se no gráfico o eixo de linha mais espessa com valores médios e acima e abaixo em linhas mais delgadas valores de um desvio-padrão acima e abaixo respectivamente. Os quatro gráficos mostram que para estas articulações representadas, o animal apresenta valores entre a média e o limite de um desvio-padrão abaixo, ou seja, flexiona menos que a maioria dos animais.

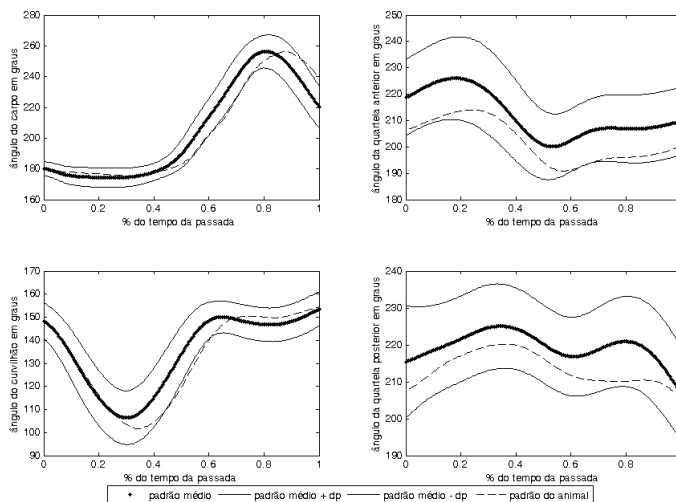


Figura 4 – Curvas ângulo tempo com valores médios (—) e de um desvio-padrão acima ou abaixo (—) e o comparativo de um animal (-----).

5.5 – Análise das figuras em stick.

Ao digitalizar as imagens em computador, obtêm-se o que se denomina de figuras em stick, onde visualiza-se apenas as linhas traçadas pelos pontos articulares. Por meio destas linhas, forma-se um gráfico quando o animal é avaliado em movimento como pode ser observado na figura 5.

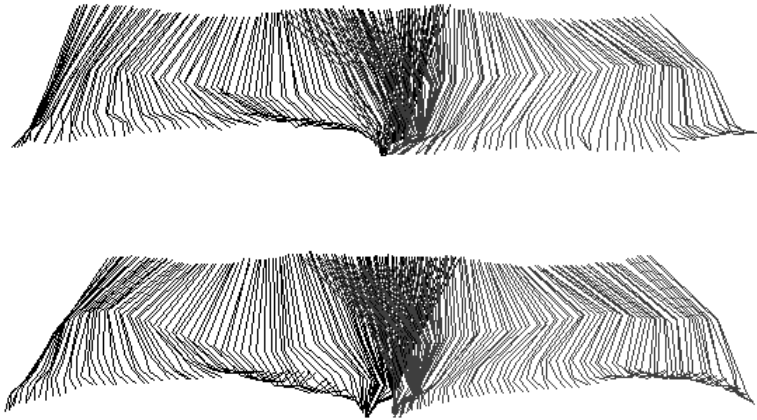


Figura 5 – Figuras em stick comparativas entre dois animais durante uma passada completa

Pela análise da figura 5 acima, pode-se observar que o primeiro animal (de cima) possui uma elevação mais abrupta de seu anterior, enquanto o segundo animal (de baixo) apresenta uma movimentação mais em semicírculo. Em relação aos posteriores observa-se que o primeiro animal, ‘larga’ mais seus posteriores, flexionando-se excessivamente suas quartelas, enquanto o segundo, assim como no membro anterior apresenta uma maior elevação de seu membro posterior. Comparando-se os dois animais observa-se ainda que o primeiro animal apresenta sobrepegada, enquanto o segundo apresenta retropegada.

6- CONCLUSÕES

Alguns dos dados apresentados neste trabalho, mostram com riquezas de detalhes, a dinâmica de movimentação dos animais até a pouco tempo desconhecida pela falta de equipamentos e metodologia adequadas. Outros dados necessitam ainda de maiores aperfeiçoamentos e análises mais detalhadas para resultados mais conclusivos. Fundamentalmente, o que se pode concluir é que há um enorme e vasto campo de atuação, por meio de utilização da zootecnia de precisão que permitirá em pouco tempo avanços significativos nos procedimentos de avaliação da locomoção eqüina.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCCMM - Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Mangalarga Marchador
Disponível em: <http://www.abccmm.org.br> Acessado em 20/02/2004

BACK, W., CLAYTON, H., Equine Locomotion, Ed. Saunders, London, 384p, 2001.

BRÊTAS, M. S. Associações entre características morfométricas e cinemáticas de eqüinos da raça Campolina. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, 70p, 2006

CLAYTON, H. M., SCHAMHARDT, H.C.. Measurement techniques for gait analysis; Equine Locomotion, cap.3, 55-76, 2001.

HUSSNI, C. A., WISDOF, H., NICOLETTI, J.L.M. Variações da marcha em eqüinos da raça Mangalarga Marchador. *Ciência Rural*, 26: 91-95, 1996.

LAGE, M. C. G. R. Caracterização morfométrica, dos aprumos e do padrão de deslocamento de eqüinos da raça Mangalarga Marchador e suas associações com a qualidade da marcha. Tese de Doutorado, Escola de Veterinária da UFMG, 114p, 2001.

PROCOPIO, A. M. Análise cinemática da locomoção de eqüídeos marchadores. Tese de Doutorado, Escola de Veterinária da UFMG, 90p, 2004.

RED LAKE – Disponível em:<<http://www.redlake.com>> Acessado em: 12/06/2003

SIMI- Simi - Motion Disponível em:< <http://www.simi.com>> Acessado em: 14/04/2003>

VAN WEEREN P.R., VAN DE BOGERT A. J., BARNEVELD A. Quantification of skin displacement near the carpal, tarsal and fetlock joints of the walking horse. *Equine Vet. J.* 20(3), 203-208, 1988.

VAN WEEREN P.R., VAN DE BOGERT A. J., BARNEVELD A. Correction models for skin displacement in equine kinematic gait analysis. *Equine Vet. Science.* 12(3),178-192, 1992.