

**UFRRJ
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)**

DISSERTAÇÃO

**AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS LOCOMOTORES E DA
CINEMÁTICA DOS ANDAMENTOS AO PASSO E TROTE DE EQUINOS
BRASILEIRO DE HIPISMO**

Matheus Crawford Tomaini

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)**

**AValiação ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS LOCOMOTORES E DA
CINEMÁTICA DOS ANDAMENTOS AO PASSO E TROTE DE EQUINOS
BRASILEIRO DE HIPISMO**

MATHEUS CRAWFORD TOMAINI

Sob a Orientação do Professor

Fernando Queiroz de Almeida

Co-orientação do Professor

Leonardo Rodrigues de Lima

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração Ciências em Clínicas.

Seropédica, RJ
Julho de 2024

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T655a Tomaini, Matheus Crawford, 1986-
Avaliação eletromiográfica de músculos locomotores
e cinemática dos andamentos ao passo e trote de
Equinos Brasileiro de Hipismo / Matheus Crawford
Tomaini. - Rio de Janeiro, 2024.
55 f.: il.

Orientador: Fernando Queiroz de Almeida.
Coorientador: Leonardo Rodrigues Lima.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária, Área de concentração Ciências
Clínicas, 2024.

1. Biomecânica. 2. Cavalo. 3. Locomoção. 4.
Eletromiografia. 5. Ergonomia. I. Almeida,
Fernando Queiroz de, 1959-, orient. II. Lima,
Leonardo Rodrigues, 1971-, coorient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós
Graduação em Medicina Veterinária, Área de concentração
Ciências Clínicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

MATHEUS CRAWFORD TOMAINI

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Medicina Veterinária**, no Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária (Patologia e Ciências Clínicas), Área de Concentração em Patologia Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 02/08/2024

Fernando Queiroz de Almeida. Dr. UFRRJ
(orientador)

Marcelo Abidu Figueiredo. Dr. UFRRJ

Runer Augusto Marson. Dr. CCFEx

Ana Paula Delgado Costa. Dra. UENF



TERMO N° 261/2025 - PPGMV (12.28.01.00.00.00.51)

(N° do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 17/04/2025 13:47)

FERNANDO QUEIROZ DE ALMEIDA

COORDENADOR CURS/POS-GRADUACAO

PPGMV (12.28.01.00.00.00.51)

Matrícula: ###70#5

(Assinado digitalmente em 18/04/2025 13:11)

MARCELO ABIDU FIGUEIREDO

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DeptAnatAH (12.28.01.00.00.00.44)

Matrícula: ###817#2

(Assinado digitalmente em 17/04/2025 11:51)

RUNER AUGUSTO MARSON

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.018-##

(Assinado digitalmente em 06/05/2025 09:09)

ANA PAULA DELGADO DA COSTA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.507-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **261**, ano: **2025**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **17/04/2025** e o código de verificação: **d4a8d08d24**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente por me proporcionar esta vida e seu roteiro.

Agradeço a minha mãe Kitty Crawford por toda orientação e formação como cidadão, junto de meu pai Marco Antonio Marques Tomaini, e sem esquecer da minha grande inspiração minha irmã Bruna Crawford Tomaini e a todos meus familiares e amigos que fiz ao longo dessa jornada.

Gostaria de agradecer em especial ao Dr Fernando de Almeida Queiroz por ter me oportunizado a vaga, e toda sua paciência, compreensão, dedicação, ensinamentos que foram fornecidos.

Agradecer também ao meu Co-Orientador Professor Dr Leonardo Rodrigues de Lima pelo apoio, orientação e projeção do trabalho.

Agradecer ao Dr Runer Marson pelos ensinamentos e equipamentos da Eletromiografia.

Agradecer ao Exército Brasileiro e em específico a EsEqEx sob o comando do Coronel Marcelo Ferme pelo fornecimento dos animais e abrir as portas do quartel e do LADEQ para que fizesse o experimento.

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

RESUMO

TOMAINI, Matheus Crawford. **Avaliação eletromiográfica de músculos locomotores e da cinemática dos andamentos ao passo e trote de equinos Brasileiro de Hipismo**. 2024. 56p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Instituto de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária – Patologia e Ciências Clínicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

Saber sobre biomecânica do andamento é de fundamental importância para melhora do bem-estar animal, prevenção de lesões, adaptação de treinamento e melhora no desempenho esportivo. Uma técnica já muito conhecida e só agora vem sendo utilizada na medicina veterinária é a eletromiografia, que com o avanço tecnológico, permitiu a evolução dessa técnica para um processo não invasivo chamada de eletromiografia de superfície. Nessa técnica podemos avaliar a força de contração do muscular que libera energia e dissipa essa energia em direção a pele, permitindo a leitura por parte do eletromiografia através de eletrodos. Objetivou-se coleta dados do músculo extensor carpo radial, flexor carpo ulnar, músculo da fáscia lata e bíceps femoral nos andamentos de passo e trote, e com o auxílio da cinemática poder descrever o comportamento muscular dos membros nessas passadas em cada fase de forma separada e conjunta e suas simetrias, gerando parâmetros de eletromiografia de superfície nas variáveis de pico, mínimo, média de potenciais elétricos nesses dois tipos de andamento do equino. A eletromiografia de superfície se faz de um importante exame para a avaliação da atividade muscular, seja na busca e prevenções de lesões, seja na melhora do desempenho daquela musculatura, e com o auxílio da cinemática podemos verificar o momento da ação muscular desejada e seu efeito direto na posição corpórea, isso permite avaliar limitação de movimentos, correções de movimentos a serem feitas e melhora da ergonomia.

Palavras-chaves: Biomecânica, Eletromiografia, Locomoção.

ABSTRACT

TOMAINI, Matheus Crawford. **Electromyographic evaluation of locomotor muscles and kinematics of gaits at the walk and trot of Brazilian Sport horses**. 2024. 56p. Dissertation (Master's degree in Veterinary Medicine). Instituto de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária – Patologia e Ciências Clínicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

Knowing about gait biomechanics is of fundamental importance for improving animal welfare, preventing injuries, adapting training and improving sports performance. An already well-known technique that is only now being used in veterinary medicine is electromyography, which, with technological advances, has allowed the evolution of this technique into a non-invasive process called surface electromyography. In this technique we can evaluate the force of muscle contraction that releases energy and dissipates this energy towards the skin, allowing the electromyograph to be read through electrodes. The objective was to collect data from the extensor carpi radialis, flexor carpi ulnaris, fascia lata and biceps femoris muscles in the walk and trot gaits, and with the help of kinematics to be able to describe the muscular behavior of the limbs in these strides in each phase of movement. separate and joint form and its symmetries. Surface electromyography is an important test for assessing muscle activity, whether in the search for and prevention of injuries or in improving the performance of that muscle, and with the help of kinematics we can verify the moment of the desired muscle action and its direct effect on body position, this allows us to assess movement limitations, movement corrections to be made and improvement of ergonomics.

Keywords: Biomechanics, Electromyography, Locomotion.

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Morfometria dos equinos utilizados na pesquisa.....	15
Tabela 2. Angulação da articulação cárpica do membro torácico esquerdo no andamento passo.....	20
Tabela 3. Angulação da articulação cárpica do membro torácico esquerdo no andamento trote.....	21
Tabela 4. Angulação da articulação coxofemoral do membro pélvico esquerdo no andamento passo.....	21
Tabela 5. Angulação da articulação coxofemoral do membro pélvico esquerdo no andamento trote.....	22
Tabela 6. Angulação da articulação fêmur-tíbio-patelar do membro pélvico esquerdo em andamento de passo.....	23
Tabela 7. Angulação da articulação fêmur-tíbio-patelar do membro pélvico esquerdo em andamento de trote.....	23
Tabela 8. Valores médios de RMS (microvolts) em uma passada completa nos andamentos de passo e trote.....	24
Tabela 9. Valores médios de RMS (microvolts) do membro torácico esquerdo em quatro momentos da passada nos andamentos de passo e trote.....	25
Tabela 10. Correlação entre os valores da eletromiografia e da cinemática no andamento passo.....	26
Tabela 11. Correlação entre os valores da eletromiografia e da cinemática no andamento trote.....	27
Tabela 12. Ordem numérica de passagem dos animais (anexo1)	31
Tabela 13. Eletromiografia média do membro torácico esquerdo no andamento trote (anexo 2)	44
Tabela 14. Eletromiografia média do membro torácico direito no andamento passo (anexo 2)	45
Tabela 15. Eletromiografia média do membro pélvico esquerdo no andamento passo (anexo 2)	46
Tabela 16. Eletromiografia média do membro pélvico direito no andamento passo (anexo 2)	47
Tabela 17. Eletromiografia média do membro torácico esquerdo no andamento trote (anexo 2)	48
Tabela 18. Eletromiografia média do membro torácico direito no andamento trote (anexo 2).....	49
Tabela 19. Eletromiografia média do membro pélvico esquerdo no andamento trote (anexo 2)	50
Tabela 20. Eletromiografia média do membro pélvico direito no andamento trote (anexo 2).....	51
Tabela 21. Média de Picos e Mínimos de micro voltes nos andamentos passo e trote (anexo 2)	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama dos andamentos trote e passo.....	14
Figura 2. Imagem da Go-Pro para análise de cinemática.....	16
Figura 3. Fixação dos eletrodos para EMGs.....	17
Figura 4. Momentos de avaliação no ciclo do passo.....	19
Figura 5. Marcações de angulações da cinemática dos animais (anexo 1)	31

LISTA DE ABREVIACÕES

AD – Anterior direito

AE – Anterior esquerdo

EsEqEx – Escola de Equitação do Exército

EMGs – Eletromiografia de superfície

LADEQ – Laboratório de Avaliação do Desempenho Equino

PD – Posterior direito

PE – Posterior esquerdo

RMS – Root Mean Square

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	REVISÃO DE LITERATURA	09
2.1	Aspecto Ósteo-articular-muscular dos Membros Locomotores dos Equídeos	09
2.2	Fisiologia Muscular	10
2.3	Eletromiografia.....	11
2.4	Cinemática da Locomoção.....	12
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1	Local.....	14
3.2	Animais.....	15
3.3	Delineamento Experimental	15
3.4	Avaliação cinemática.....	15
3.5	Exame de Eletromiografia	16
3.6	Análise dos Dados e Estatística.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1	Análise Cinemática	20
4.2	Análise Eletromiografia	24
4.2.1	Eletromiografia ciclo da passada	24
4.2.2	Eletromiografia dos quatro momentos da passada.	24
4.3	Análise Eletromiografia X Cinemática.....	26
5	CONCLUSÃO	27
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
7	APÊNDICES.....	30
8	ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

Os equinos desde sempre apresentam importância para a humanidade, este animal, foi introduzido na rotina do homem primeiramente como alimento, e com o tempo passando a ser um importante meio de locomoção e poderio bélico, e atualmente serve com um grande companheiro para horas de lazer e desestresse do dia a dia através dos esportes equestres e cavalgadas, além de ainda fazerem trabalhos rurais e militares. Em esportes estamos querendo um desempenho sempre melhor, e na busca dessa melhora de desempenho. Um método é utilizar a eletromiografia como uma ferramenta para avaliar a condição de um determinado músculo, onde identifica algum tipo de lesão ou diferença no padrão contrátil do músculo em relação ao seu contralateral ou a si mesmo, assim justificando uma claudicação ou queda de rendimento, pode se avaliar a adaptação e o ganho de força e velocidade de contração devido a um determinado treinamento, ou mesmo se o músculo está em fadiga (HARRISON et al., 2012).

Por isso o estudo da biomecânica do movimento equino nos diversos tipos de andamento (passo, trote, galope, marcha etc.) é importante, como forma de avaliar, identificar e localizar um músculo influente na articulação dos membros, para podermos definir as características e qualidades desse músculo. A utilização da eletromiografia para precisar a força contrátil da massa muscular, captando as ondas elétricas de contração pelo eletrodo e aparelho miográfico para realizar a análise do potencial elétrico na contração muscular (HARRISON et al., 2012).

Porém é uma técnica que ainda requer muito estudo, apesar de ser conhecida a bastante tempo, a aparelhagem era muito agressiva a musculatura, pois era enfiada uma agulha ligada a um cabo para detectar e detectava apenas das fibras vizinhas a agulha, hoje com o avanço da tecnologia e principalmente do interesse dos esportes profissionais e de alta desempenho essa técnica vem sendo bastante estudada, aperfeiçoada e criando parâmetros auxiliando no ganho de tempo e na prevenção de lesões, se chamando eletromiografia de superfície (EMGs) (FARINA & GANDEVIA, 2024).

O que complica é o custo um pouco elevado para a rotina de treinamento, sendo necessário mais investimentos em estudos comprobatórios e suas divulgações para atrair maior interesse na técnica. Além do valor do aparelho e software eletromiográficos tem toda a parte cinegráfica também, e apesar de termos aparelhos que possuam *wi-fi* e *bluetooth* com condições de realizar a técnica à campo, o melhor local para coletar é dentro do laboratório com esteira específica para cavalo, pois conseguimos manter um ritmo adequado que permita coletar os dados de forma correta e sem variações que um ambiente proporciona, podendo também ser associado a outros tipos de pesquisas e análises de outras técnicas em conjunto, o que pode elevar mais o custo (ZSOLDOS et al., 2010).

Para auxiliar essa técnica deve unificá-la ao exame de cinemática do movimento que estuda o andamento dos animais através da filmagem, podendo ver o momento exato de maior contração muscular de determinado músculo dependendo do movimento e da sua postura, além de possibilitar marcar pontos importantes dentro do andamento servindo como fonte de referência e mais estudos (SOARES, 2021). Portanto, tem-se por objeto identificar e avaliar locais de coleta de dados eletromiográficos de músculos locomotores de membros torácicos e pélvicos a fim de informar e parametrizar a técnica e divulgar os resultados obtidos, possibilitando mais estudos e mostrando a importância da eletromiografia no que diz respeito a preparação do atleta, na prevenção de lesões e abrindo possibilidades de diagnósticos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspecto Ósteo-articular-muscular dos Membros Locomotores dos Equídeos

O membro dos equinos é constituído por ossos, músculos, tendões, ligamentos, vasos sanguíneos e linfáticos e nervos, além da derme e tecidos conjuntivos (GETTY et al., 1975). Na região óssea radioulnar se encontram os últimos músculos com massa média, que são os músculos braquial, extensor carpo radial, extensor comum do dedo, extensor lateral do dedo, extensor obliquo do carpo, ulnar lateral, flexor carpo ulnar, flexor carpo radial, abaixo da região cárpica ou tarsal temos basicamente ligamentos e tendões (GETTY et al., 1975). Isto para que a parte distal do membro seja leve e fácil para articular de forma rápida (BOFFI et al., 2007).

Os tendões permitem que a musculatura necessite de menor gasto de energia devido a sua capacidade elástica fazendo o membro saltar do solo como uma mola, onde recebe o impacto, gera uma hiperextensão que proporciona uma força isométrica com concentração de energia que quando liberada faz a contração do tendão promovendo o movimento junto a articulação devido a uma ação muscular (HARRISON et al., 2010; MINETTI, 2004). Tendão tem a capacidade de absorver a energia cinética corporal, com a velocidade do movimento e transformar esses dois fatores em energia potencial para ultrapassar um obstáculo (MINETTI, 2004). Porém esse potencial elástico não é 100% efetivo, no próprio processo funcional do tendão se encontram gastos energéticos assim retorna apenas 90% de sua capacidade energética. (PFAU et al., 2006).

O músculo compreende fibras intrafusais e extrafusais, este último sendo inervado pelo neurônio motor alfa. Já os intrafusais são inervados pelo neurônio motor gama sendo sensível a estiramento. Fusos e órgão tendinoso de golgi controlam o tônus da contração. (KIMURA, 2015). A musculatura central é responsável pela postura e transferência da força para os membros, atuam sobre o equilíbrio e estabilidade do centro de gravidade (GAMUCCI et al., 2022). Todo esse controle feito pela inervação da musculatura que é controlada por unidades motoras que é constituída por neurônio motor associado as fibras musculares. (MARTINS et al., 2014). Músculos são uma massa de força contrátil, que possui dois tendões em suas extremidades (Origem e Inserção), e são ativados por nervo motor fazendo a ação de encurtamento ou contração do músculo flexionando a articulação (KLEIN et al., 2014). A musculatura é formada por dois filamentos proteicos que se conectam entre eles que são os filamentos espessos de miosina com os filamentos delgados de actina, eles se entremeiam e formando um mosaico. (MARTINS et al., 2014).

O músculo Extensor Carpo Radial é o maior músculo dos extensores e é bem superficial, localizado cranial ao osso rádio, possui três pontos de origens (crista epicondiloide lateral do úmero, fossa coronóide, fáscia profunda do braço) e se insere na tuberosidade metacárpica, tem como função estender e fixar a articulação cárpica e fazer a flexão do cotovelo, ele recebe o comando do nervo radial (GETTY et al., 1975). O músculo Flexor Ulnar do Carpo se localiza médio caudal, tem dois pontos de origens (Epicôndilo Medial do Úmero e Superfície Medial Caudal do Olecrano) e se insere na borda proximal do Carpo Assessorio) tem ação de flexionar o carpo e estender o cotovelo (GETTY et al., 1975).

No membro pélvico o músculo Tensor da Fáscia Lata é o mais cranial e superficial do membro. Possui formato triangular e sua origem e ápice se dá na Tuberosidade Coxal, se inserindo no ligamento patelar lateral e borda cranial da Tíbia. Tem função de flexionar o quadril e estender o joelho. É inervada pelo Glúteo Cranial (GETTY et al., 1975). O músculo Bíceps da Coxa está situado caudalmente aos músculos glúteo superficial e médio, e sua posição é curva devido a estruturas ósseas, possui duas origens (Tuberosidade Isquiática e ligamentos sacrilíacos) e se insere em quatro pontos (Superfície Caudal do Fêmur, Superfície Cranial da

Patela com ligamento lateral, borda cranial da tíbia e Tuberosidade Calcânea). Sua função é ampla já que tem diversas origens e inserções e participa de quase todas as articulações do membro pélvico, ou seja, tem função de articular o membro. E tem inervação dos Glúteos Caudal, nervo Isquiático e nervo Fibular (GETTY et al., 1975).

Em relação a musculatura dos membros dos equinos, os músculos proximais participam do torque, então eles geram energia e realizam a contração a favor do movimento, já os músculos distais, que representam apenas 10% da massa muscular do membro, estão relacionados a estabilização do membro e suporte para movimento (HARRISON et al., 2012). Assim em um estudo observou que o tensor da fáscia lata atua quando músculos torácicos estão inativos. Flexionando o quadril na fase de balanço e esticando o joelho na fase de apoio (ROBERT et al., 1999).

2.2 Fisiologia Muscular

O músculo esquelético é um órgão muito importante do sistema, ele permite movimentar, manter a postura, produzir calor, armazenar e mobilizar substâncias e nutrientes. Isso é conseguido voluntariamente, mecânica e elétrica, pois controlam a contração, elasticidade, excitabilidade. (GUILLAMON, 2015). O músculo esquelético tem a capacidade gerar movimento através de uma energia química. Fazendo essa função de forma coordenada de músculos relacionados ao movimento específico. (FERREIRA, 2005). A contração ocorre quando a actina se liga na miosina, onde a miosina em sua cabeça possui moléculas de ATP que é hidrolisado assim gerando a contração. (SECANI & LEGA, 2009). A fibra muscular é fusiforme, chamada de miofibrila convertem essa energia química em energia mecânica através de duas proteínas, um filamento espesso de miosina e um filamento delgado de actina (MARTINS et al., 2014).

A contração e força do músculo depende de mudanças no interior do músculo, sendo o deslizamento do filamento provocado por um fenômeno elétrico chamado de potencial de ação. Esse potencial de ação consiste na despolarização do músculo quando o axônio conduz o impulso elétrico para as fibras musculares alvo, podendo ser captado pela eletromiografia. (MALTA et al., 2006). A contração ocorre em duas etapas: primeira é a transmissão neuromuscular e a segunda é a fase eletroquímica. A acetil colina faz a despolarização da região, com a progressão dessa despolarização alcançando os túbulos transversos liberando os íons de cálcio no sarcoplasma, que vai interagir com os filamentos finos gerando as pontes de ligação para com o filamento grosso produzindo a contração. (KIMURA, 2015). O sarcoplasma é sensível a liberação de cálcio (Ca^{2+}) que irá realizar a contração muscular. Isso estimulado pelo controle neural que através da lei do tudo ou nada determinando um limiar de estímulo para a contração do músculo. (GUILLAMON, 2015). A contração vai ocorrer quando há um aumento de Ca^{2+} gerando uma série de eventos que vão levar o deslizamento entre a actina sobre a miosina fazendo o encurtamento do sarcômero (aproximação dos discos Z) (FERREIRA, 2005).

Para que haja contração, deve haver fontes de energia para o bom funcionamento das células musculares, essa energia é fornecida através do metabolismo, primeiramente o metabolismo aeróbio com utilização primariamente de oxigênio para gerar adenosina trifosfato (ATP), quando esse metabolismo não consegue suprir fontes energéticas necessárias para a contração passa a ser mais utilizado o metabolismo anaeróbio que fornece energia através de glicose e ácidos graxos (SECANI & LEGÁ, 2009). Essa energia também é vital para manter gradientes iônicos necessários para ter potencial de ação e condução elétrica pelo sistema nervoso. Quando são ativados há a contração fazendo o deslizamento da actina sobre a miosina liberando energia. (SECANI & LEGÁ, 2009). Já para o relaxamento há a ação da tropomiosina

que quando fica agregada a actina bloqueia a formação das pontes de ligação. Para que haja a contração o íon cálcio após ser liberado ele se liga na proteína troponina modificando a cabeça da actina permitindo o deslizamento sobre a miosina provocando a contração muscular. E para voltar ao seu estado de relaxamento muscular o ATP entra em ação capturando essas moléculas de cálcio ativando novamente a tropomiosina que faz o músculo voltar a seu estado inicial. (KIMURA, 2015).

2.3 Eletromiografia

Avaliar e saber sobre a biomecânica do movimento é muito importante, seja para melhora no desempenho, ou na prevenção de lesão e até mesmo na seleção de um animal para determinada função. E a cinemática é a principal metodologia de observação da biomecânica do movimento. Observado o movimento de um determinado indivíduo, já se sabe se ele apresenta alguma dor ou incomodo, podemos designar treinamento específicos que melhorem o movimento e gere ganho de desempenho. E sabendo que o movimento é feito por músculos temos outra técnica que é a Eletromiografia onde avalia a potência contrátil do músculo selecionado para aquele movimento (VILAR et al., 2013). Para a técnica necessita eletrodo, um amplificador de potencial elétrico, um filtro para reduzir ruídos, e um gravador de dados. Um *software* é utilizado para as medições e cálculos dos dados obtidos (frequência, pico, amplitude). Tendo como vantagem ser um método rápido e relativamente simples de se fazer e obter dados (STANCARI et al., 2010).

EMGs é um método não invasivo, indolor e rápido para avaliação da atividade muscular. Tendo uma maior vantagem de avaliar o músculo em atividade durante a locomoção do indivíduo refletindo força e grau de atividade/coordenação de um músculo durante essa locomoção (SALOMONS et al, 2012). Adrian & Bronk em 1928 descreveram os primeiros relatos da técnica de eletromiografia, pra isso, os autores dissecaram o músculo e inventaram uma agulha que pudesse fazer a leitura do potencial de ação (FARINA & GANDEVIA, 2024). Foi visualizado que os músculos possuem ação de co-contração que dá suporte ao movimento, minimizando danos articulares. Promovendo o controle posicional do membro (HARRISON et al., 2012).

A ação de encurtamento muscular gasta cinco vezes mais substrato metabólico do que a ação de alongar ou de isometria (MINETTI, 2004). Como foi estudado os andamentos na fase de passo e trote os músculos têm mais ações na questão da estabilização do membro para recepção do impacto com o solo, já no andamento de galope foi observado que a musculatura tem ação complementar para elevar o torque do membro e proporcionar uma maior amplitude e velocidade de passadas (HARRISON et al., 2012). A membrana dos nervos possui potencial de repouso, que significa que precisam de uma certa quantidade de substância, no caso Acetilcolina. Para promover a despolarização da membrana ativando receptores nicotínicos que abrem canais de sódio (Na⁺) voltagem dependentes dentro do sarcolema e gera impulso elétrico para a contração do músculo (KLEIN et al., 2014).

O eletromiograma é conseguido através de energias oriundas dessa despolarização que se dispersão pelas fibras musculares chegando na pele e podendo ser captada por eletrodos (KLEIN et al., 2014). Essa resposta funciona através do Arco-Reflexo, primeiro a o estímulo ao receptor sensorial aferente, chegada da informação ao sistema nervoso central que modela a mensagem e envia pelo neurônio motor (aferente) chegando ao tecido alvo para realização de determinado movimento. Esse repasse de informação é realizado na musculatura pelos fusos musculares e órgão tendinoso de Golgi. O fuso muscular informa o tamanho do grupamento muscular ao SNC, e ele está localizado ao longo da musculatura, ou seja, informa se ela está alongada ou contraída. (KLEIN et al., 2014; BOFFI et al., 2007).

A eletromiografia permite estudar as unidades motoras que são responsáveis pela contração muscular, sendo a área estudada apenas o feixe onde se encontra posicionado o eletrodo (WIJNBERG & FRANSSEN, 2016). Elowood Henneman em 1957, descreveram um efeito chamado recrutamento ordenado, onde os neurônios motores menores são ativados antes dos maiores, possuindo menor potencial de ação (FARINA & GANDEVIA, 2024). Em um estudo eletromiográfico se constatou que um músculo grande, como o Glúteo Médio do equino apresentam valores distintos durante o mesmo movimento que podem ser alterados conforme a mudança de movimento. Isso quer dizer que um músculo grande exerce diversas funções e é responsável por diversos movimentos, foi visto isso também no músculo longuíssimo do dorso, que é innervado pelos nervos que saem da vertebra mais próxima dos segmentos do músculo (ZSOLDOS et al., 2018).

A eletromiografia superficial é um método não invasivo de avaliação muscular. Gerando informações sobre condicionamento do músculo exigido na atividade, permitindo avaliar fadiga, grau e duração de atividade muscular, alteração na unidade motora, dando suporte para demais estratégias (FERREIRA et al., 2010). Ela permite coletar dados de potenciais elétricos das unidades motoras, podendo ser feito em repouso ou em atividade (BOFFI et al., 2007).

A eletromiografia vem auxiliando os estudos biomecânicos, porém na veterinária esse exame ainda é muito pouco utilizado, ainda faltam muitos estudos na identificação de músculos e suas funções isométricas e de locomoção, ou seja, como esses músculos reagem em estação ou na propulsão do corpo, sendo importante também identificar quais são os músculos com mais ações em determinado movimento, nos trazendo a informação para melhora de protocolos de treinamentos e recuperação ou prevenção de lesão (HARRISON et al., 2012). Ela é uma técnica muito útil na compreensão da atividade muscular pelo tempo de contração, frequência, sincronicidade e força contrátil (HARRISON et al., 2012). Um estudo eletromiográfico alterou a localização de patologias 12% e 37% (miopatia e neuropatia respectivamente) (WIJNBERG et al., 2004). Sendo os músculos afetados pela fadiga onde cada músculo se comporta de uma forma específica e distinta. (SANTOS et al., 2018).

Apesar de ser uma técnica já conhecida, ainda há poucos estudos, principalmente em relação aos músculos dos membros em equinos, a maioria dos estudos é voltado para a parte mais dorsal do corpo, os grandes grupamentos musculares, com isso ainda há muita pouca informação sobre esses impulsos elétricos musculares e sua ativação em relação ao movimento (ZSOLDOS et al., 2018). Esse pouco uso também se deve à falta de informação, mas também a um valor relativamente alto da aparelhagem, fora as dificuldades de coleta de dados, se vai ser na esteira, se vai ser a campo, se o eletromiografia é com fio ou sem, se o aterramento está correto e não possui energias externas da contração muscular interferindo no aparelhando mascarando os resultados e dificultando as análises. (HARRISON, S.M.; et al, 2012).

A EMGs possui poucos trabalhos na ciência veterinária em comparação com a ciência humana (GAMUCCI et al, 2022). Mas com os dados coletados e avaliados pode mostrar ao paciente o resultado funcional da musculatura no momento comprovadamente. (MALTA et al, 2006). Coleta e interpretação da EMGs exige uma compreensão da fisiologia, e equinos há poucos profissionais trabalhando com essa técnica, devido a pouco conhecimento e utilidade da técnica e seus dados (WINJGERG & FRANSSEN, 2016). Também estão sendo testados agora a forma de colocação do eletrodo, o que vem limitando o uso, pois a maioria é feita de forma empírica (ZSOLDOS et al., 2010). Os dados obtidos podem fornecer muitas análises como: e frequência do sinal (Hz), amplitude pico a pico (mV), frequência média de amplitude (mVs -1) e potência máxima (mV2) entre outros (SALOMONS et al, 2012).

2.4 Cinemática da Locomoção

O andamento é o deslocamento do centro de gravidade para alguma direção, fazendo com que o membro tenha condições de propulsão, articulação, avanço e apoio. Então o andamento é o conjunto de movimentos realizado pelo corpo a fim de se deslocar de local, isto inclui velocidade do movimento, comprimento de passada, simetria, tamanho de passada, apoio no solo, sequência de articulação dos membros. Resumindo são tempos de movimentos se repetindo em ciclos, que são divididos em tempo de apoio (Casco em contato com o solo) e tempo de voo (Casco sem contato com o solo) e temos também os momentos de salto (momento em que a pinça perde o contato com o solo) e recebimento (momento em que o talão do casco encontra o solo) (SOARES, 2021).

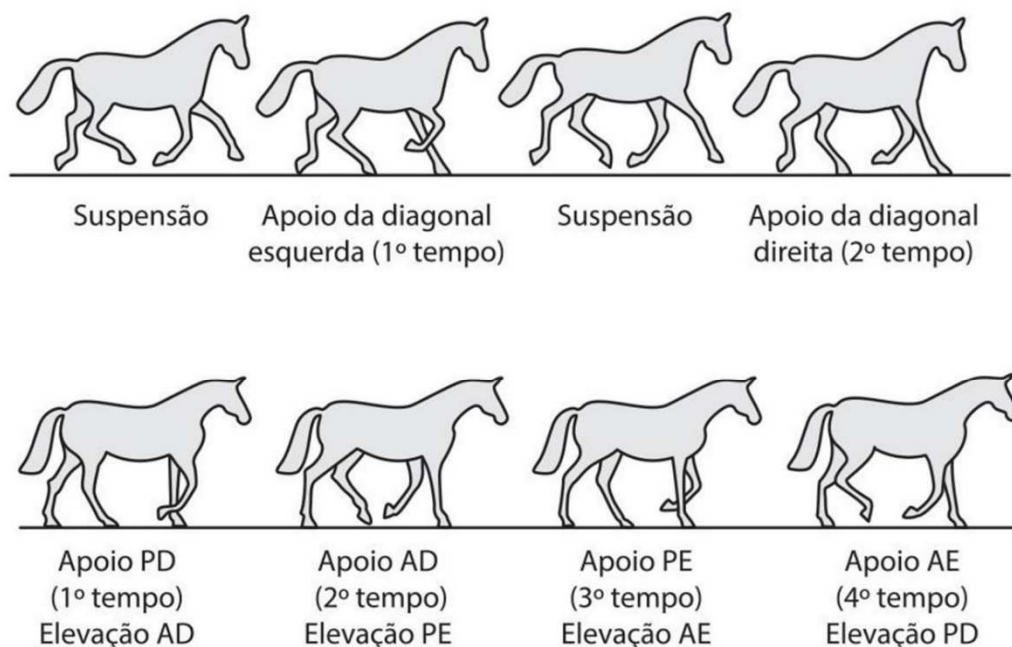
O estudo da cinemática é de extrema importância pois possibilita a identificação de claudicações que vão interferir no desempenho do indivíduo, em humanos o uso da videogrametria tem ajudado a ver a qualidade e quantidade de movimentação, auxiliando na melhora do desempenho e na correção de movimentos (CHRISTOVÃO et al., 2007). A interação mecânica do corpo é de extrema importância para realização do movimento, primeiramente há o deslocar do centro de gravidade (Acelera e/ou eleva) e a força para superar atritos (solo, ar, água etc.), todos esses movimentos são controlados pela ação contrátil da musculatura (MINETTI, 2004).

Na locomoção, o movimento dos membros ocorre em duas fases, apoio e elevação. Na fase de apoio se tem dois momentos, o apoio propriamente dito e a propulsora, são os momentos que se tem atrito ao solo e que levam o corpo em direção ao sentido desejado. Já a fase de elevação que compreende o momento de perda do contato com o solo, se tem os momentos de elevação e ajuste do membro para receber o impacto (DUARTE et al., 2022). Por apoio podemos subdividir em 5 etapas: Pré-impacto; Impacto I e II; Suporte; Rolamento; Elevação. Onde Impacto I é a chegada do talão e rânula ao solo, cerca de 30% do casco em contato com o solo, Impacto II é a fase em que 90% do casco encosta ao solo, Suporte o casco em contato total com o solo, Rolamento a fase em que as falanges se articulam e levam o membro ao próximo movimento, Elevação que é a perda do contato entre o solo e a pinça do casco que é a última parte a sair do chão (SOARES, 2021). Com ajuda da cinemática conseguimos visualizar a porção do voo do membro que a vista humana muitas vezes não consegue acompanhar, porém é com a fase de apoio que as forças são aplicadas no membro do animal tendo seu grau de maior importância nas avaliações (SANTOS, 2023).

O passo é o andamento natural do animal, é simétrico e feita em quatro tempos. Onde cada casco se eleva cada um de uma vez dando um salto a frente, sempre feita de forma diagonal entre os membros locomotores. Sendo quatro passadas, duas diagonais e duas laterais, esse é o ciclo do passo (diagonal, lateral, diagonal, lateral) (BOFFI et al., 2007). O trote também é um andamento natural, porém é de velocidade média, e seu ciclo é feito de forma saltada e sempre com dois apoios ao solo de forma diagonal para um tempo de flutuação no ar, onde a fase de apoio é breve e a fase de flutuação é um pouco mais longa. Devido ao seu andar equilibrado ele é o andamento selecionado pela medicina veterinária para avaliar claudicação (BOFFI et al., 2007).

A cinemática estuda a posição do corpo em um período, possibilitando ver detalhadamente cada fração de segundo em relação a posição postural do indivíduo analisado, ela é uma importante técnica da biomecânica para avaliações e correções de movimentos (SOARES, 2021). Em relação a cinemática, essa técnica foi descrita pela primeira vez na França em 1873 e aprimorada em 1883 nos Estados Unidos da América. No Brasil o início dos estudos ocorreu nas décadas de 30 (SOARES, 2021).

A maioria dos estudos cinemáticos em equinos ocorre em 2D, devido a maior praticidade e viabilidade por ser possível ser feita apenas com uma câmera. Entretanto alguns laboratórios já trabalham com 3D, ou seja, utilizam mais câmeras e abrangem mais faces do animal permitindo ver movimentos laterais e de adução e abdução. (SANTOS, 2023).



Legenda: PD = Posterior Direito, PE = Posterior Esquerdo, AD = Anterior Direito, AE = Anterior Esquerdo

Figura 1. Diagrama dos andamentos trote e passo.

Para avaliar a técnica de cinemática é necessário a colocação de marcadores reflexivos para avaliar cada articulação ou junção de partes do corpo, ou do casco em contato com solo (SOARES, 2021). Foram observados em cavalos de saltos os ângulos da articulação fêmur tíbio patelar tendo seu menor valor quando o membro é recolhido em direção ao corpo. (SCHLUP et al., 2014).

O objetivo do estudo foi identificar e avaliar locais de coleta de dados eletromiográficos de músculos superiores de membros torácicos e pélvicos a fim de informar e parametrizar a técnica e divulgar os resultados obtidos, possibilitando mais estudos e mostrando a importância da eletromiografia no que diz respeito a preparação do atleta, na prevenção de lesões e abrindo possibilidades de diagnósticos e gerando material para futuras pesquisas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CEUA/IZ/UFRRJ), sob o número: 0045042019 (Anexo 1) e conta com a participação de equinos da Escola de Equitação do Exército (ESEQEX) no Laboratório (LADEQ), situado na Vila Militar, Deodoro, Rio de Janeiro.

3.1 Local

Os animais foram estabulados na EsEqEx, onde participam de treinamento e competições de salto, adestramento e cross-country, localizada em Av. Duque de Caxias, Vila Militar, Rio de Janeiro - RJ, 21615-220. No estudo os equinos foram avaliados clinicamente e pelos exames de eletromiografia e cinemática no LADEQ situado dentro da ESEQEX, onde no LADEQ foi utilizada a esteira de alta potência para equinos da Sanhico.

3.2 Animais

Foram utilizados 11 equinos saudáveis, de Concurso Completo de Equitação, com condicionamento físico apto ao exercício, de ambos os sexos (8 machos e 3 fêmeas), na faixa etária de 05 a 15 anos, com altura variando de 155cm a 166cm, média de 157cm (Tabela 1). Todos passaram por avaliação clínica, morfometria e período de um mês de adaptação aos equipamentos, esteira e ambiente, e encontravam-se sadios durante todo os momentos dos testes.

A morfometria foi realizada com a ajuda de um hipômetro e fita métrica, e sempre feita por um mesmo avaliador. Para a aferição o animal foi colocado em estação no platô, e com o hipômetro foi obtido os valores de Altura de Cernelha (do solo ao topo da cernelha passando paralelamente ao membro torácico), Altura de Ventre (do solo a região ventro abdominal próximo ao membro pélvico), Comprimento Corpóreo (da articulação escapulo-umeral até a tuberosidade isquiática). Com uma fita métrica foi mensurado o perímetro torácico, conseguido pela região do cilhadouro.

Os animais foram alimentados com feno de coastcross, feno de alfafa e ração comercial peletizada, alojados em baias de 16m², com água *ad libitum*. Tratadores realizavam os cuidados diários. Os animais participam de treinamentos e atividades de rotina do Exército.

Tabela 1. Morfometria dos equinos utilizados na pesquisa

Animais	Peso (kg)	Perímetro Torácico (cm)	Altura Cernelha (m)	Altura Ventre (cm)	Comprimento Corpóreo (m)
El Grecco do Rincão	474	181	1,53	81	1,51
El Dourado do Rincão	467	180	1,58	83	1,62
Elipse do Rincão	475	181	1,60	86	1,60
Estiloso do Rincão	458	179	1,58	85	1,53
Emotivo do Rincão	523	189	1,66	89	1,47
Esparta do Rincão	460	179	1,54	82	1,51
Espetacular do Rincão	432	175	1,56	85	1,52
Emilion do Rincão	406	171	1,57	88	1,55
Evidente do Rincão	493	184	1,59	82	1,50
Exclusivo do Rincão	512	187	1,56	82	1,50
Êxodo do Rincão	430	174	1,55	84	1,57
RMS	465	180	1,57	84	1,54

3.3 Delineamento Experimental

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (Tipo de andamento): Tratamento 1 – Animais a passo, na velocidade de 1,8m/s. Tratamento 2 – animais a trote na velocidade 3,6m/s. Os animais foram aquecidos antes do

experimento. No experimento, 1 minutos em cada andamento para coleta dos dados de eletromiografia e cinemática, para que o animal se acondicionasse ao ritmo da passada, e se estabilizando para obter os melhores resultados.

3.4 Avaliação cinemática

Foram colocados 32 marcadores reflexivos nas junções articulares para servir de referência na filmagem, e quatro holofotes para melhorar a iluminação, a câmera Go-Pro estava disposta de forma frontal a esteira a uma distância de 2m, e foi colocado um pano preto no fundo da esteira para realçar os movimentos dos animais.

1. Cabeça
2. Pinça dos cascos (Torácico Esquerdo, Torácico Direito, Pélvico Esquerdo, Pélvico Direito)
3. Talão dos cascos (TE, TD, PE, PD)
4. Articulação Metacarpo falangeana (TE, TD)
5. Articulação dos Carpos (TE, TD)
6. Articulação do Olecrano (TE)
7. Articulação Escapulo Umeral (TE)
8. Escapula (TE)
9. Tuberosidade Coxal (PE)
10. Tuberosidade Isquiática (PE)
11. Articulação do Joelho (PE)
12. Articulação dos Tarsos (PE, PD)
13. Articulação Metatarso falangeana (PE, PD)

Esses marcadores foram colados com cola adesiva a base de cianoacrilato, e apenas os marcadores das pinças não era achatados pois precisavam se destacar para uma melhor filmagem do ponto de quebra da marcha entre o apoio para o momento do voo, devido a sua angulação em relação a câmera.

Para o marcador reflexivo, foi utilizado a mesma pessoa para que não houvesse interferência na colocação dos marcadores nos pontos articulares, os marcadores eram achatados e ovalados com uma marcação preta de fitilho no centro para facilitar a avaliação pela cinemática. Apenas o marcador da pinça do casco foi feito de forma cônica devido a sua posição em relação a câmera. Nenhum animal apresentou reação aos produtos utilizados. Os vídeos foram avaliados pelo computador através do *software* KINOVEA que permite graduar, avaliar e qualificar o movimento.

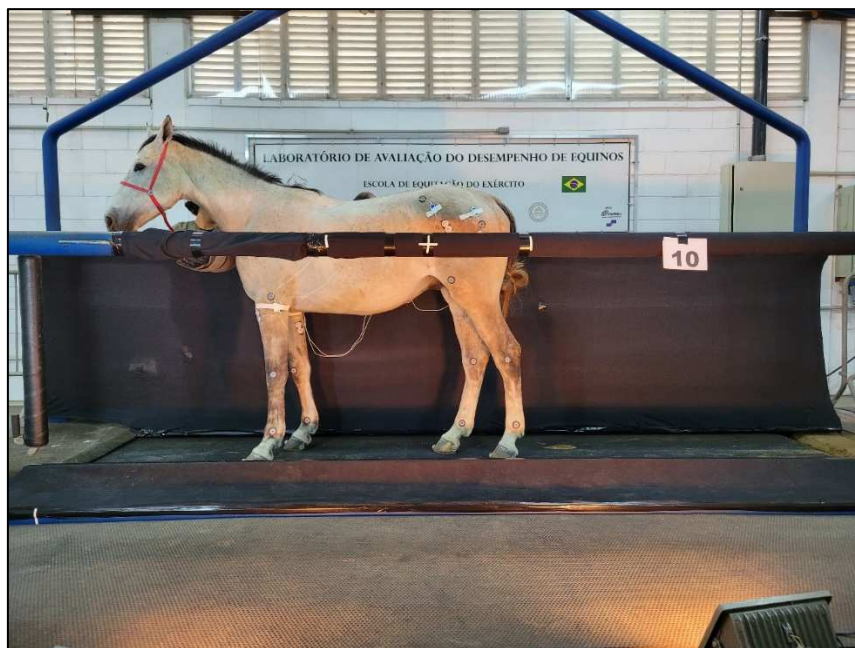


Figura 2. Imagem da Go-Pro para análise de cinemática.

3.5 Exame de Eletromiografia

Primeiro avaliamos os animais, selecionando os sadios e aptos para participar do experimento, então começamos a prepará-los e adaptá-los ao ambiente do laboratório, nesta fase de preparação foram coletados os dados morfométricos dos animais, sempre efetuado pela mesma pessoa para minimizar a interferência nas coletas de dados. Neste período os animais foram identificados e enumerados de 1 a 11 para melhorar a organização do projeto.

Foram colocados dois eletrodos em oito músculos selecionados simultaneamente e um eletrodo terra, colocado na ponta óssea da tuberosidade coxal. Nos músculos localizamos as regiões mediais de cada um para fixar os eletrodos, realizando tricotomia, em forma de retângulo de 10cm², e limpeza e desengordurante com Álcool 70% e detergente no local antes da fixação dos eletrodos. Colocados os eletrodos, o animal foi levado a esteira para cumprir o protocolo de passo 1,8 m/s em 1min, trote de 3,6 m/s em 1 minutos para coleta dos dados eletromiográficos. Os músculos selecionados foram: Extensor Carpo Radial (AE, AD); Flexor Carpo Ulnar (AE, AD); Tensor da Fáscia Látea (PE, PD); e Bíceps Femoral (PE, PD).



Figura 3. Fixação dos eletrodos para EMGs.

Para padronização de colocação dos eletrodos foi elaborado uma fita elástica e foram escolhidos pontos anatômicos inicial e final para que a fita conseguisse identificar o local médio e mais robusto do músculo para colocação dos eletrodos. O aparelho utilizado foi o MIOTOOL EQUIPAMENT (MIOTEC EQUIPAMENT), que coleta os dados, amplificando e limpando os ruídos, eles são lidos pelo computador através do sistema MIOTEC SUITE que gera um relatório completo sobre os dados da eletromiografia.

Os animais após período de adaptação, coleta de dados morfológicos e avaliação clínica foram levados ao LADEQ, dentro do laboratório foi montado todo o aparato cinematográfico (holofotes, panos pretos, câmera e seu enquadramento, marcadores reflexivos em pontos específicos da esteira para referenciar os limites). Com o animal no laboratório foi realizada a tricotomia na parte medial dos músculos Extensor Carpo Radial, Flexor Carpo Ulnar, Tensor da Fáscia Lata e Bíceps Femoral, para identificação da zona medial dos músculos, foi idealizado uma fita elástica, onde os pontos de referências eram fixos e cada grupamento muscular possuía sua própria fita, os pontos limítrofes eram colocados em tuberosidades ósseas correspondente aquele grupamento muscular (para Extensor Carpo Radial foram Articulação Escapulo-Umeral e Articulação Cárpica; para Flexor Carpo Ulnar foram Tuberosidade do Olecrano e Carpo Assessorio; para Tensor da Fáscia Lata foram Tuberosidade Ilíaca e Articulação Fêmur-Tíbio-Patelar; para Bíceps Femoral foram Articulação Fêmur-Tíbio-Patelar e Tuberosidade Isquiática). Após identificados e tricotomizados (janela de 10cm²), foram feitas limpezas com detergente e álcool para remover resíduos e oleosidade da pele para que não pudesse interferir na coleta de dados pelos eletrodos. Os eletrodos foram fixados um ao lado do outro de forma longitudinal do músculo, para ajudar a fixar os eletrodos e os fios foram utilizados esparadrapo para que os eletrodos não se soltassem no decorrer do teste e para que os fios ficassem mais presos ao animal evitando assim interferência na coleta de dados, seja por má leitura ou por assustar o animal.

Foram utilizados 20'' de tempo em cada andamento de todos os animais para avaliação eletromiográfica sincronizado com os mesmos 20'' da cinemática, onde para esta sincronização foi utilizado um aviso luminoso na filmagem no momento exato do início da gravação pelo

MIOTEC da eletromiografia muscular do animal e as alterações de andamento, assim juntando os tempos cronológicos da filmagem com a eletromiografia.

Depois de equipar o animal, ele foi levado a esteira e foi feito um aquecimento. Para então iniciar o teste, a câmera era ligada no mesmo tempo que a eletromiografia para sincronização dos tempos, então a esteira era ligada na velocidade de passo 1,8m/s quando o animal se estabilizava na velocidade era acionado um feixe luminoso em direção a câmera para marcar o ponto inicial de avaliação daquela velocidade, nela o animal ficava durante 1 minutos, após esse tempo o controlador da esteira elevava a velocidade para trote em 3,6m/s e nesse momento era feito um novo marcador luminoso em direção a câmera para marcar a fase da coleta de dados do andamento trote, onde o animal ficava mais 1 minutos nesse andamento. Ao término o animal era colocado a passo 1,6m/s para desacelerar o sistema circulatório e muscular. O animal então é removido da esteira quando estava mais tranquilo e removido todos os eletrodos e marcadores reflexivos, tomava uma ducha e levado de volta a sua baia.

3.6 Análise dos Dados e Estatística

Os resultados da variáveis eletromiográficas e cinemáticas serão submetidos à análise estatística descritiva para obtenção dos valores médios das variáveis eletromiográficas e cinemáticas. A análise de correlação de Pearson das variáveis eletromiográficas e cinemáticas e suas interações atuando sobre os ângulos articulares.

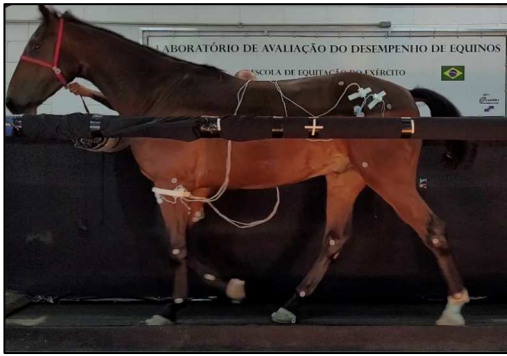
Os vídeos foram utilizados para sincronizar os dados da eletromiografia através do tempo, o *software* MIOTEC SUITE gerou um relatório gráfico e numérico. Os dados numéricos foram levados a uma planilha de Excel para facilitar as análises estatísticas.

Na análise cinemática foi utilizado o *software* KINOVEA permitindo calcular graus angulares das articulações selecionadas. Após a marcação dos graus, os valores foram levados a planilha para as análises de correlação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliação do ciclo da passada é feita pelo membro torácico esquerdo usado como referência. O ciclo da passada foi dividida em 4 fases: 1 - início até a hiperextensão do flexor; 2 – promoção do vôo do membro fase de elevação; 3 – fase do vôo de recepção do membro ao solo; 4 – fase de recepção do membro no solo até o membro chegar na linha de início para um novo ciclo. Feito também a avaliação do ciclo completo, seguindo as indicações de Soares (2021) e Duarte (2022).

Alguns obstáculos encontrados durante o projeto; o primeiro equipamento de eletromiografia não funcionou no laboratório pois era muito sensível e seus cabos pegavam interferência externa e prejudicavam o resultado do exame gerando muitos ruídos, tivemos que procurar outro aparelho de eletromiografia; outro problema que tivemos foi na cinemática, o marcador reflexivo da pinça do casco com o decorrer do exame e andar do animal na esteira eram arrancados com a passada, caindo no meio de exame.



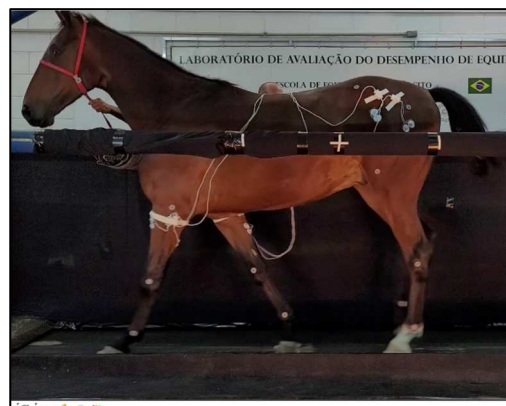
Momento 1 do ciclo do passo.



Momento 2 do ciclo do passo



Momento 3 do ciclo do passo



Momento 4 do ciclo do passo

Figura 4. Momentos de avaliação no ciclo do passo

4.1 Análise Cinemática

Devido a filmagem ser feita em 2 dimensões só é possível avaliar os ângulos articulares do lado esquerdo do corpo. Foram avaliados os ângulos articulares da articulação do carpo, fêmur-tíbio-patelar e coxofemoral. As relações cinemáticas dependem muito da estrutura corporal do indivíduo, alterações morfológicas, casqueamento e alongamento e flexibilização corpórea.

Tabela 2. Angulação da articulação cárpica do membro torácico esquerdo no andamento passo.

Cavalo	Membro Torácico Esquerdo			
	Momento do Passo			
	1	2	3	4
	----- Articulação Cárpica (Grau) -----			
1	177,2	163,5	112,2	178,6
2	173,1	164,3	125,4	177,3
3	177,6	161,3	109,5	178,4
4	175,2	160,7	116,8	177,1
5	175,7	161,7	114,9	176,1
6	178,0	160,6	129,3	173,6
7	178,5	159,5	135,1	172,9
8	179,0	173,5	126,1	175,1
9	175,5	158,3	119,1	175,2
10	177,6	154,3	123,2	178,2
11	173,5	150,6	116,2	179,0
RMS	176,5	160,8	120,7	176,5

No andamento de passo o maior grau angular médio é no momento 1 início do ciclo da passada com a sola em total contato com o solo e sob o corpo do animal e sem muitas diferenças angulares para o momento 4 de recepção do membro ao solo, onde o membro tende a estar em hiperextensão. Na etapa de propulsão, que é o momento 2 há uma ligeira perda angular e no momento 3, elevação e flexão do membro, se tem os menores ângulos articulares, pois o membro está recolhido para ser impulsionado a frente para ganhar amplitude de passada, visto também por Schulp (2014). O animal de menor grau articular do carpo é o número 3 que também foi o menor animal em relação a perímetro torácico. E os animais com maior grau da articulação estão entre os maiores animais em relação à altura de cernelha que são os animais número 8 e 11.

O ângulo articular do carpo é maior quando a sola do casco em total contato com o piso e o membro esticado em posição de estação. No ponto de propulsão e voo do casco o grau começa a diminuir para assim que a pinça do casco perca o contato com o solo essa articulação diminua seu grau tendo o seu momento de maior flexão e menor grau articular quando o boleto cruza com o membro direito todo apoio no solo e em direção contrária ao mesmo para começar o movimento de extensão do membro torácico esquerdo, preparando para o impacto e recebimento do membro no momento 4 do ciclo de passada.

Tabela 3. Angulação da articulação cárpica do membro torácico esquerdo no andamento trote.

Cavalo	Membro Torácico Esquerdo			
	Momento do Trote			
	1	2	3	4
	----- Articulação Cárpica (Grau) -----			
1	177,5	173,3	89,3	179,6
2	170,7	144,1	99,1	171,5
3	177,6	161,3	109,5	178,4
4	176,1	177,4	93,1	176,0
5	179,7	160,7	98,4	179,9
6	177,4	157,7	113,0	173,9
7	177,8	164,5	112,1	174,2
8	178,5	165,6	108,2	174,6
9	178,7	169,5	96,7	177,3
10	179,1	167,9	102,6	174,0
11	175,8	166,0	94,1	177,6
RMS	177,2	164,4	101,5	176,1

Na análise dos momentos da articulação cárpica entre os andamentos de passo e trote os valores médios não há muita variação entre os momentos 1,2 e 4. No momento 3 que é a fase de maior flexão temos uma grande diferença de 20 graus a menos no andamento de passo, isso pode ser explicado pela força e velocidade da contração muscular do flexor carpo ulnar e do andamento trote, Schulp (2014) verificou o mesmo efeito na articulação fêmur tíbio patelar. No trote o maior grau angular pertenceu ao animal número 5 que tem a segunda menor altura de cernelha, e o menor grau foi do animal número 1 que tem altura de cernelha média.

Como a avaliação é feita através da análise do membro torácico esquerdo, no andamento de passo o membro pélvico esquerdo no momento 1 está em fase de propulsão do membro, no momento 2 a fase é de meio do voo, momento 3 de recepção do membro ao solo e o momento 4 a fase de total apoio.

Tabela 4. Angulação da articulação coxofemoral do membro pélvico esquerdo no andamento passo.

Cavalo	Membro Pélvico Esquerdo			
	Momento do Passo			
	1	2	3	4
	----- Articulação Coxofemoral (Grau) -----			
1	80,9	72,2	75	76,7
2	96,1	68,6	71,9	76,2
3	89,5	74,4	75,1	80,2
4	88,2	71,1	74,5	76,4
5	90,9	75,8	76,2	81,5
6	86,3	80,6	82,2	84,7

7	89,5	79,6	74,1	87,2
8	81,6	72,1	75,9	79
9	86,1	67,6	70,3	68,7
10	86,8	75	74,8	84,3
11	91,5	77,5	68,7	92,3
RMS	87,9	74,1	74,4	80,7

Em média no andamento passo o maior grau articular está no momento 1 que é a fase de propulsão do membro, já outros momentos não têm tanta alteração de grau, e esse grau vai voltar a aumentar na fase final de rolamento do membro durante o andamento para o início da fase de propulsão. Porém a mobilidade dessa articulação é pequena e sua margem angular varia pouco entre os momentos, na média a diferença é de apenas 14°.

Essa articulação é a principal mola propulsora pois sustenta toda a musculatura da garupa. O menor grau articular da coxofemoral é no momento 2, e o animal com menor ângulo é o número 9 com 67,6° que também tem uma das menores altura de ventre com 82 centímetro, seguido pelo animal número 2 que é a menor altura de ventre.

Tabela 5. Angulação da articulação coxofemoral do membro pélvico esquerdo no andamento trote.

Membro Pélvico Esquerdo				
Momento do Trote				
Cavalo	1	2	3	4
----- Articulação Coxofemoral (Grau) -----				
1	68,9	65,3	84,6	78,6
2	78,4	66,9	80,2	76,4
3	89,5	74,4	75,1	80,2
4	75,5	68,2	78	81,8
5	74,3	70,2	70,8	90,2
6	65,9	73,9	76,2	88
7	86,4	72,5	69,5	98,3
8	75,9	69,3	76,2	78,9
9	74,4	71	82,3	82,3
10	84,3	73	84,9	86,2
11	87,3	75,6	86,8	90,2
RMS	78,3	70,9	78,6	84,7

Como o andamento de trote é com apoio diagonal, e o nosso momento 1 do andamento se caracteriza sempre pelo apoio 100% do membro torácico esquerdo, o momento 1 da avaliação do membro pélvico esquerdo se dá em posição propulsão de voo.

Assim sendo a articulação coxofemoral tem o encurtamento do ângulo o menor valor de grau em momento 2 do andamento que é a fase de preparo para a recepção do impacto, voltando a aumentar o ângulo logo após, sem haver muitas diferenças de grau entre os momentos 1,3 e 4. Esse ângulo diz muito sobre a ação do tensor da fáscia lata como um sistema de estabilização do membro, Schulp (2014), observou a mesma situação na mesma articulação.

Relacionando essa articulação entre os andamentos de passo e trote, o momento 1 estão na fase de propulsão, porém no trote está já em fase inicial de voo e em andamento em fase

final de propulsão, com isso o ângulo maior vai estar no momento de passo. Já o momento 3 do andamento se aproxima com o momento 2 do trote. E o momento 4 do andamento em passo se aproxima do momento 3 do andamento trote. Não havendo grandes diferenças dessa articulação em relação ao tipo de andamento.

A articulação fêmur-tíbio-patelar no andamento de passo o grau maior é no momento 3 que é a chegada do membro ao solo sendo a hiperextensão do membro, seguido do momento 4 que é a fase de rolamento para a fase de propulsão. Já os momentos 1 e 2 não possuem diferenças significativas na média.

Tabela 6. Angulação da articulação fêmur-tíbio-patelar do membro pélvico esquerdo em andamento de passo.

Cavalo	Membro Pélvico Esquerdo			
	Momento do Passo			
	1	2	3	4
	----- Articulação fêmur-tíbio-patelar (Grau) -----			
1	101,4	97,6	135,3	116,4
2	98,8	91,3	135,6	104,0
3	106,3	99,6	133,4	117,8
4	108,7	103,6	133,9	117,4
5	109,9	110,6	129,7	117,5
6	116,4	109,9	146,2	124,4
7	108,3	114,2	134,7	126,3
8	105,0	101,0	132,2	119,3
9	112,7	113,2	149,1	110,4
10	120,3	119,3	137,3	128,2
11	118,1	120,6	134,5	125,7
RMS	109,6	107,4	136,5	118,9

Tabela 7. Angulação da articulação fêmur-tíbio-patelar do membro pélvico esquerdo em andamento de trote.

Cavalo	Membro Pélvico Esquerdo			
	Momento do Trote			
	1	2	3	4
	----- Articulação fêmur-tíbio-patelar (Grau) -----			
1	84,3	113,8	113	86
2	88,7	123,6	104,2	100,2
3	106,3	99,6	133,4	117,8
4	87,4	101,1	110,8	94,8
5	86,4	117,9	93,9	107,6
6	85,0	119,7	117,2	101,4
7	109,9	100,6	119,3	114,9
8	86,0	112,2	111,2	91,6
9	90,7	125	117,6	97,2

10	99,2	131,2	119,6	98,8
11	99,4	127,1	120,3	102,6
-RMS	93,0	115,6	114,6	101,2

O ângulo da articulação fêmur-tíbio-patelar em média no andamento trote tem os ângulos mais baixos no momento de prostração do membro e aumenta nas etapas de recepção do impacto e rolamento do membro. Essa articulação não tem uma variação grande de grau entre os momentos 4 e 1 e nem no momento 2 e 3.

Essa articulação consegue acompanhar os graus em relação aos andamentos sendo maiores os graus no passo. Porém as fases que se correspondem mostram os mesmos padrões entre os graus.

As angulações têm variações individuais, isso se dá pela conformação corpórea do animal, altura, tamanho de garupa, conformação da garupa, e pelo funcionamento da articulação e alongamento dos músculos e tendões da região.

4.2 Análise Eletromiografia

4.2.1 Eletromiografia ciclo da passada

A primeira avaliação eletromiográfica feita foi do ciclo completo da passada que enquadra os quatro momentos já citados.

Tabela 8. Valores médios de RMS (microvolts) em uma passada completa nos andamentos de passo e trote.

Andamento	Membro Torácico				Membro Pélvico			
	Esquerdo		Direito		Esquerdo		Direito	
	Ext.	Flex	Ext.	Flex	Fasc.	Bíceps	Fasc.	Bíceps
Passo	15,86	49,47	14,98	42,78	37,85	15,15	40,12	15,77
Trote	25,09	83,63	20,72	73,67	55,52	26,51	55,42	27,90

Na média das micro voltagens não houve diferença significativa dos músculos em comparação entre os lados. Porém foi visto um aumento dos potenciais elétricos quando comparado aos tipos de andamento. Onde o trote teve valores maiores que o passo como o esperado, conforme visto por Salomon (2012).

Quando observamos o pico de potencial elétrico no andamento passo (tabela em anexo), não houve alterações significativas em relação aos membros contralaterais, sendo para o músculo extensor carpo radial 29,54mV e 131,40mV no flexor carpo ulnar. O mesmo em comparação entre os membros pélvicos 101,08mV para o Tensor da Fáscia Lata e 30,34mV do Bíceps femoral. E observando o andamento de trote vemos um aumento significativo do pico de potencial elétrico onde os valores aumentam para 41,87mV para o extensor, 196,83mV para o flexor, 111,24mV para fáscia e 65,39 para o bíceps. Isso se justifica por ser um andamento mais rápido e consequentemente necessita de uma explosão maior para fazer o movimento desejado, com isso o potencial de ação tem que ser mais elevado para alcançar maior quantidade de fibras do músculo específico.

O mínimo de potencial elétrico (tabela em anexo) para ativação da musculatura no andamento passo também não houve diferença entre os membros torácicos sendo 6mV para extensor e 9mV para flexores. Isso serve para os membros pélvicos também com 8mV para fáscia e 5mV para bíceps. Porém ao contrário do pico de contração o mínimo para essa ativação

não houve grandes diferenças entre os andamentos, tendo apenas um leve aumento no micro voltagem, com 12mV, 14mV, 12mV e 8mV, respectivamente.

4.2.2 Eletromiografia dos quatro momentos da passada.

Avaliando a eletromiografia do membro torácico esquerdo em comparação aos andamentos de passo e trote vemos que o andamento de trote gerou mais potencial de energia que o de passo como o esperado e já informado por Salomon (2012).

Os maiores valores do músculo extensor carpo radial sendo nos ciclos 3 e 4 que são o de preparo para o impacto e a fase inicial do momento de apoio, ou seja, na hiperextensão. Quando observamos o pico de voltagem desse músculo temos o momento 4 o seu maior valor no andamento de passo com 25mV, e o mínimo no momento 1 com 8,48mV. E no andamento trote o pico está no momento 3 com 35,97mV e o mínimo sendo 15mV no momento 2 da passada. Quando o membro entra em hiperextensão há o pico do potencial elétrico e quando o membro está indo para a fase de retração o seu potencial elétrico diminui.

Tabela 9. Valores médios de RMS (microvolts) do membro torácico esquerdo em quatro momentos da passada nos andamentos de passo e trote.

Membro Torácico Esquerdo										
Passo						Trote				
	M 1	M 2	M 3	M 4	PC	M 1	M 2	M 3	M 4	PC
----- Músculo Extensor Carpo Radial -----										
DP	15,555	14,168	15,800	17,532	15,864	23,656	22,760	27,908	26,443	25,093
	5,02	16,93	26,61	27,130		13,613	88,120	96,799	28,114	
----- Músculo Flexor Carpo Ulnar -----										
DP	50,834	44,280	41,900	45,885	49,469	105,62	84,149	51,519	57,085	83,631
	46,974	141,572	204,94	68,745		151,37	310,38	393,04	98,332	

Já o flexor carpo ulnar tem os valores maiores no momento 1 no passo e em momento 2 no trote onde vamos ter a ação desse músculo no preparo para o voo no momento 1 e em momento 2 a fase inicial do voo, na etapa de propulsão do membro. No pico de potencial elétrico com 99,61mV no momento 1 da passada no andamento de passo e no trote nos momentos 1 e 2 da passada com 162,9mV e 163,25mV respectivamente.

Já a média do Tensor da Fásia Lata no momento 2 que é a fase de extensão do membro e preparo para receber o impacto como a maior taxa com 45mV e tendo esse valor elevado a 80mV de média no andamento trote, porém é na fase de propulsão do membro. O pico de micro voltagem em andamento de passo foi em momento 1 com 79,19mV, e no trote os momentos 1, 3 e 4 tiveram valores próximos com 87,33, 92,72 e 94,3mV. O mínimo de micro voltagem atingida no passo foi no momento 1 com valor de 10mV, e no trote em momento 2 com valor de 18,28mV.

O músculo bíceps femoral não houve diferença entre os valores médios seja entre os membros ou nos momentos da passada com valores em torno de 15mV no andamento passo. Já no trote os valores aumentaram, com destaque para o momento 3 da passada com 39,36mV que é a fase de maior apoio do membro no solo. O pico de voltagem do andamento passo não houve aumento significativo indo para 23,48mV no momento 1 que é a fase de propulsão do andamento e no trote no momento 3 com 53,47mV que é a fase de preparo e recepção do

membro ao solo. Os valores mínimos em passo não tiveram diferenças significativas girando entre 7mV e 10mV durante todos os momentos da passada, já em trote o valor mínimo foi de 11mV no momento 2 de maior retração do membro.

4.3 Análise de Correlação Eletromiografia X Cinemática

Em relação ao andamento de passo foi observado que em relação ao músculo extensor carpo radial tem sua maior correlação positiva no momento 3 do ciclo de passada que traduz na extensão do membro aumentando o grau da articulação para a recepção do peso na fase de aterrissagem, e uma correlação negativa leve no momento 1 do ciclo da passada, pois o membro ainda está em fase de apoio sendo necessária a contração para a sustentação do corpo e começa a regredir o ângulo para dar início a fase de voo do membro, fator visto por Harrison (2012).

Já o músculo flexor carpo radial atuando sobre o grau articular dos carpos observou uma correlação negativa nos momentos 2 e 4 do ciclo da passada, sendo esperado pois o momento 2 é a fase inicial do voo do membro, tendo ação da contração muscular para flexionar o membro e diminuir o grau daquela articulação, e no momento 4 que é a fase de recepção do membro ao solo se tem uma maior contração para a sustentação do corpo e nessa fase a articulação está saindo do seu estado de maior extensão para a posição natural do membro descrito por Soares (2021).

Tabela 10. Correlação entre os valores da eletromiografia e da cinemática no andamento passo.

Andamento ao Passo						
Eletromiografia						
Cinemática	EXT - CAR	FLEX - CAR	FAS-COXO	FAS-JOELHO	BICEP-COXO	BICEP-JOELHO
momento 1	-0,31	0,19	-0,22	0,12	-0,33	0,39
momento 2	-0,22	-0,38	0,03	-0,16	-0,42	-0,41
momento 3	0,45	0,19	-0,09	-0,41	-0,03	0,51
momento 4	0,24	-0,39	-0,29	-0,54	-0,09	-0,21

Avaliando o membro pélvico esquerdo observamos a Fásia Lata não tendo muita ação sobre a articulação coxofemoral, porém em relação a articulação do joelho foi observado correlação negativa nos momentos 3 e 4 que são os momentos de estabilização do membro para a recepção e sustentação do corpo, Harrison em 2012 descreveu fatores de co-contração para estabilização do membro.

É observando os dados da musculatura bíceps femoral em relação a articulação coxofemoral temos correlação negativa nos momentos 1 e 2 do ciclo da passada que compreendem a fase de preparo e voo do membro, encurtando o grau da articulação coxofemoral. Em relação a articulação do joelho notou que nos momentos 1 e 3 houve correlações positivas principalmente no momento 3 que é a fase de recepção do membro ao solo tendo seu maior grau articular alcançado, e na fase 1 que compreende a extensão do membro para atras no impulsionamento do corpo no momento de propulsão, e uma correlação negativa no momento 2 que é a fase de voo do membro, ou seja, o momento do encurtamento da articulação e consequência do membro.

No andamento de trote em membro torácico esquerdo o músculo extensor carpo radial não teve valores significativos sobre a articulação do carpo. Porém os músculos flexores carpo radial obtiveram correlação positiva nos momentos 3 e 4 da passada sendo aumento da sua contração para recepção do membro e suporte do corpo.

Tabela 11. Correlação entre os valores da eletromiografia e da cinemática no andamento trote.

Andamento ao Trote						
Cinemática	Eletromiografia					
	EXT - CAR	FLEX - CAR	FAS-COXO	FAS-JOELHO	BICEP-COXO	BICEP-JOELHO
momento 1	0,19	-0,06	-0,51	-0,49	0,07	0,36
momento 2	0,02	-0,14	0,41	-0,32	0,48	-0,48
momento 3	-0,02	0,47	0,40	0,54	0,42	-0,24
momento 4	-0,18	0,60	-0,22	-0,37	0,52	0,23

A Fásia Lata por ser uma parte estabilizadora no andamento trote tem ação sobre as articulações coxofemoral e a fêmur-tíbio-patelar em todas os momentos da passada. Na articulação coxofemoral tem relação positiva com a articulação nos momentos 2 e 3 que correspondem aos momentos de extensão do membro e suporte do corpo e correlação negativa mais acentuada no momento 1 que é a fase de voo do membro pélvico.

E a musculatura bíceps femoral possui correlação positiva com a articulação coxofemoral em todos os momentos da passada, sendo mais marcantes nos momentos 2, 3 e 4, que são os momentos de voo do membro e sustentação. E em relação a articulação fêmur-tíbio-patelar tem correlação positiva no momento 1 que é a fase de preparo do membro para o voo e correlação negativa no momento 2 que é o encurtamento do membro durante a fase de voo.

5 CONCLUSÃO

A eletromiografia de superfície é importante exame para a avaliação da atividade muscular, seja na busca e prevenções de lesões, seja na melhora do desempenho daquela musculatura, e com o auxílio da cinemática pode-se verificar o momento da ação muscular desejada e seu efeito direto na posição corpórea, permitindo avaliar os movimentos, e possíveis correções de movimentos podem ser feitas para melhoria da ergonomia equina.

Porém ainda é uma tecnologia muito pouco explorada devido à falta de informações disponíveis, estruturas necessárias e equipamentos mais acessíveis que permitam ser adaptáveis a realidade equestre principalmente da medicina esportiva equina.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOFFI, F.M; Fisiología del ejercicio em equinos In: **Inter-Médica**, 1ª edição p.15-40; 105-117; 177-204– Buenos Aires – ARG, 2006

CHRISTOVÃO, F.G.; BARROS, R.M.L.; FREITAS, E.V.V.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A.; Análise cinemática tridimensional do movimento de equinos em esteira rolante. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 59 (4), 2007 (<https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000400007>).

DUARTE, H.O.G.; ROSA, G.S.; HUSSNI, C.A.; Aspecto da locomoção e bases gerais dos andamentos básicos naturais dos equinos. **Vet. e Zootec.** 2022; v29: 001-012.

- FARINA, D.; GANDEVIA, S.; The neural control of movement: a century of in vivo motor unit recordings is the legacy of Adrian and Bronk. **J Physiol** 602.2 (2024) pp 281–295 (<https://doi.org/10.1113/JP285319#support-information-section>).
- FERREIRA, A.T.; Fisiologia da contração muscular. **Revista Neurociências** V13 N3 (supl- versão eletrônica) – jul/set, 2005. ([levi_heitler,+Pages+from+RN+13+SUPLEMENTO-15.pdf](#)).
- FERREIRA, A.S.; GUIMARAES, F.S.; SILVA, J.G.; Aspectos metodológicos da eletromiografia de superfície: Considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função muscular. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, v. 31, n. 2, p. 11-30, janeiro 2010.
- GAMUCI, F.; PALLANTE, M.; MOLLE, S.; MERLO, E.; BERTUGLIA, A. A Preliminary Study on the Use of HD-sEMG for the Functional Imaging of Equine Superficial Muscle Activation during Dynamic Mobilization Exercises. **Animals** 2022, 12, 785. (<https://doi.org/10.3390/ani12060785>).
- GETTY, R.; GROSSMAN, J.D.; SISSON, S.; Anatomia dos animais domésticos. In: **Editora Guanabara Koogan S.A.**; 5ª Edição, p.350-423 Rio de Janeiro – RJ, 1975.
- GUILLAMON, A.R. Fisiología en el entrenamiento de la aptitud física muscular. **EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires** - Año 20 - Nº 206 - Julio de 2015. ([Fisiología en el entrenamiento de la aptitud física muscular \(efdeportes.com\)](#)).
- HARRISON, S.M.; WHITTON, R.C.; KAWCAK, C.E.; STOVER, S.M.; PANDY, M.G.; Relationship between muscle forces, joint loading and utilization of elastic strain energy in equine locomotion. **The Journal of Experimental Biology** 213, 3998-4009, 2010. ([doi:10.1242/jeb.044545](#)).
- HARRISON, S.M.; WHITTON, R.C.; KING, M.; HAUSSLER, K.K.; KAWCAK, C.E.; STOVER, S.M.; PANDY, M.G.; Forelimb muscle activity during equine locomotion. **The Journal of Experimental Biology** 215, 2980-2991, 2012 ([doi:10.1242/jeb.065441](#)).
- KIMURA, J.; **Eletro diagnóstico em doenças de nervos e músculos** DiLivros, 4ª edição p.333-346 Rio de Janeiro - RJ, 2015
- KLEIN, B.G. **Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária**. In: Ed. Elsevier, Rio de Janeiro – RJ. 5ª edição p.48-103, 2014.
- MALTA, J.; CAMPOLONGO, G.D.; BARROS, T.E.P.; OLIVEIRA, R.P. Eletromiografia aplicada aos músculos da mastigação. **Artigo de Revisão • Acta Ortop. Bras.** 14 (2) • 2006 (<https://doi.org/10.1590/S1413-78522006000200011>).
- MARTINS, C.B.; SILVA, M.A.G.; D'ANGELIS, F.H.; OROZEO, A.G.; MARANGONHA, G.G.; DUARTE, C.A.; LACERDA NETO, J.C.; Metodologia para avaliação de performance muscular de equinos atletas. **Deminecis & Martins Tópicos especiais em ciência animal III** Cap 16 pag165-179, Ed. Calefes, 2014. ([Capitulo-13-Efeito-do-rbST-na-reproducao-de-femeas-bovinas.pdf \(researchgate.net\)](#)).
- MINETTI, A.E.; Passive tools for enhancing muscle-drive motion and locomotion. **The Journal of Experimental Biology** 207, 1265-1272. 2004. ([doi:10.1242/jeb.00886](#)).
- PFAU, T.; WITTE, T.H.; WILSON, A.M. Centre of mass movement and mechanical energy fluctuation during gallop locomotion in the Thoroughbred racehorse **The Journal of Experimental Biology** 209, 3742-3757 Published by The Company of Biologists 2006 ([doi:10.1242/jeb.02439](#))

- ROBERT, C.; VALETTE, J.P.; DEGUEURCE, C.; DENOIX, J.M. Correlation between Surface Electromyography and Kinematicsof the hindlimbof Horses at trot on a Treadmill. **Cells Tissues Organs** (1999) 165 (2): 113–122. (<https://doi.org/10.1159/000016681>).
- SALOMONS, M.K.K.; TNIBAR, A.; HARRISON, A.P.; Surface Electromyography During Both Standing and Walking in m. Ulnaris lateralis of Diversely Trained Horses. **Applications of EMG in Clinical and Sports Medicine**, Dr. Catriona Steele (Ed.), ISBN: 978-953-307-798-7, InTech,
- SANTOS, L.S.; BARBOSA, I.M.; ROSA, H.B.; PRUSH, S.K.; OLIVEIRA, V.; LEMOS, L.F.C. Comparação da fadiga muscular localizada entre atletas de handebol e praticantes do treinamento de força verificada através da eletromiografia. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo. v.12. n.79. Suplementar 2. p.1001-1009. Jul./Dez. 2018. ISSN 1981-9900
- SANTOS, F.C.A.; **Cinemática das marchas batida e picada durante julgamento de equinos montados da 39ª Exposição Nacional do Caval Mangalarga Marchador**. 2023. (<http://hdl.handle.net/1843/57206>).
- SCHLUP, E.; GODOI, F.N.; ANDRADE, A.M.; BERGMANN, J.A.G.; ALMEIDA, F.Q.; Efeito do treinamento sobre a cinemática de equinos no salto de obstáculos **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 66 (6) • Dez 2014 • (<https://doi.org/10.1590/1678-7442>)
- SECANI, A; LÉGA, E. Fisiologia do Exercício em Equinos. **Nucleus Animalium**, v.1, n.2, nov.2009 ([ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.282](https://doi.org/10.3738/1982.2278.282)).
- SOARES, C.M.; PEIRO, J.R.; Avaliação de andamentos pelo método acelerométrico Equimetrix em cavalos Mangalarga Marchador. **UNESP Araçatuba SP**, 2010.
- STANCARI, G.; FERRUCI, F.; DUCHARME, N.G.; Evaluation of electromyographic activity of thyrohyoideus (TH) muscle and ultrasonographic assessment of the position of the hyoid apparatus at rest and their possible role in the pathogenesis of intermittent dorsal displacement of the soft palate (DDSP) in racehorse. **Università degli Studi di Milano**, 2010.
- VAN WESSUM, R.; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.; CLAYTON, H.M.; Electromyography in the horse in veterinary medicine and in veterinary research a review. **Veterinary Quarterly**, 21:1, 3-7, 1999. (DOI: [10.1080/01652176.1999.9694983](https://doi.org/10.1080/01652176.1999.9694983))
- VILLAR, J.M.; MIRÓ, F.; RIVERO, M.A.; SPINELLA, G.; Editorial Biomechanics. **BioMed Research International**, Volume 2013, Article ID 271543, 2 pages (<http://dx.doi.org/10.1155/2013/271543>).
- ZSOLDOS, R.R.; KOTSCHWAR, A.; KOTSCHWAR, A.B.; RODRIGUEZ, C.P.; PEHAM, C.; LICKA, T.; Activity of the equine rectus abdominis and oblique external abdominal muscles measured by surface EMG during walk and trot on the treadmill. **Equine Veterinary Journal**, 42 (Suppl. 38) 523-529, 2010. (doi: [10.1111/j.2042-3306.2010.00230.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00230.x))
- ZSOLDOS, R.R.; VOEGELE, A.; KRUEGER, B.; SCHROEDER, U.; WEBER, A.; LICKA, T.F.; Long term consistency and location specificity of equine gluteus medius muscle activity during locomotion on the treadmill. **BMC Veterinary Research**, 2018 (<https://doi.org/10.1186/s12917-018-1443-y>).

WIJNBERG, I.D.; BACK, W.; DE JONG, M.; ZUIDHOF, M.C.; VAN DEN BELT, A.J.M.; VAN DER KOLK, J.H.; The role of electromyography in clinical diagnosis of neuromuscular locomotor problems in the horse. **Equine Vet J**, 2004. (doi: [10.2746/0425164044848019](https://doi.org/10.2746/0425164044848019)).

WIJNBERG, I.D; FRANSSEN H.; The potential and limitations of quantitative electromyography in equine medicine. **The veterinary Journal**. v209, p23-31. 2016. (<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.07.024>)

7 APÊNDICES

Apêndice 1 – Termo de autorização da comissão de ética no uso de animais do instituto de veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA/IZ/UFRRJ

Declaração

Declaro que a atividade intitulada **“Estudo Eletromiográfico da Marcha e do Trote em Equinos.”** – processo nº 0045-04-2019 – coordenada pelo Prof. Dr. Leonardo Rodrigues de Lima, está de acordo com as normas do uso de animais em atividades de ensino e pesquisa do CONCEA e foi aprovada na XXXVI Reunião da CEUA/IZ/UFRRJ em 10/04/2019.

Seropédica, 24 de Abril de 2019

A handwritten signature in black ink, reading "Rodrigo Vasconcelos de Oliveira". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

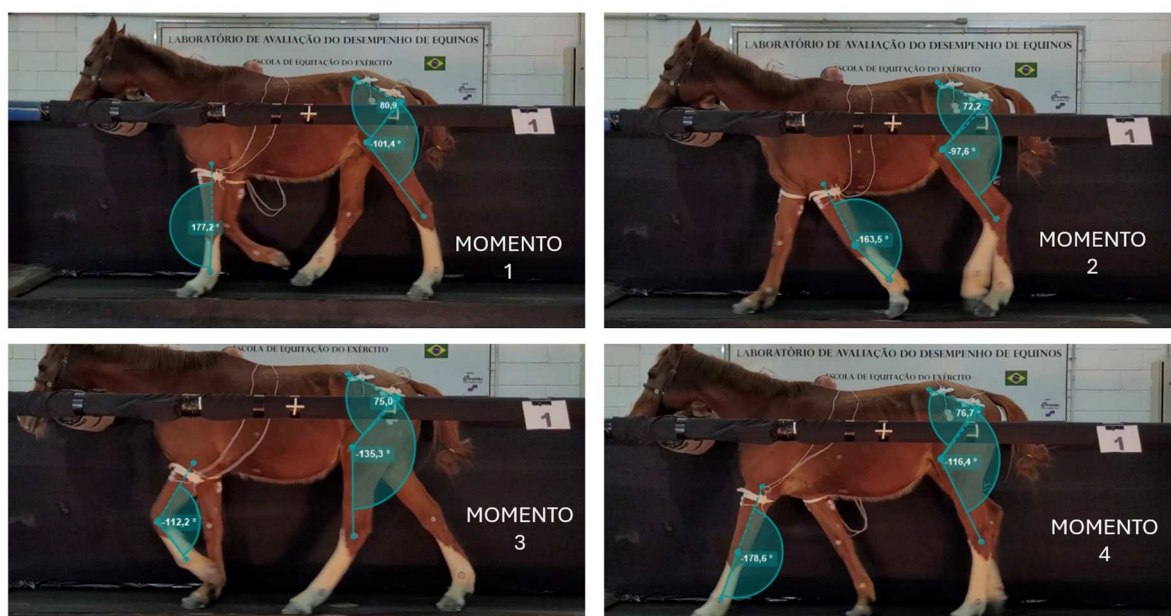
Prof. Dr. Rodrigo Vasconcelos de Oliveira
Coordenador da CEUA/IZ/UFRRJ
SIAPE: 2142739 DPA-IZ/UFRRJ

8 ANEXOS

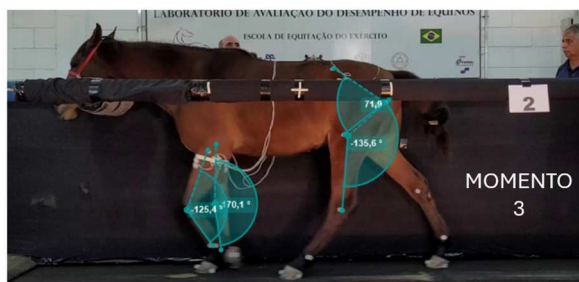
Anexo 1 – Cinemática dos animais.

Tabela 12. Ordem numérica de passagem dos animais.

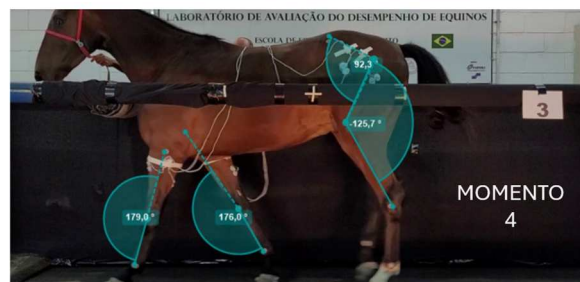
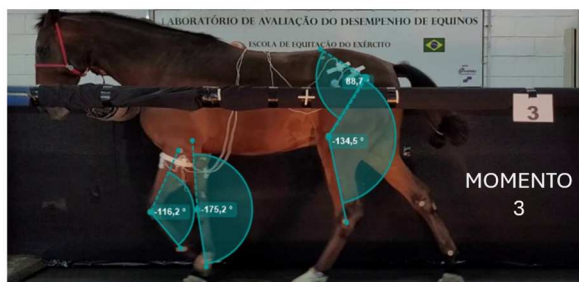
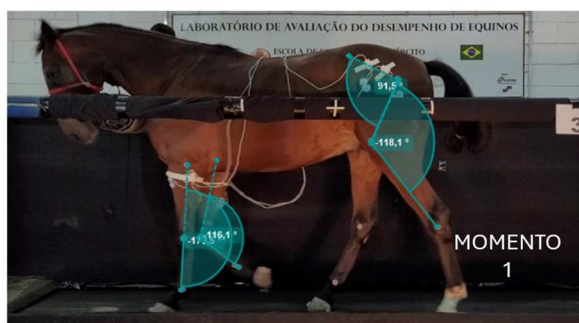
Ordem de entrada dos Cavalos	
1	EL DORADO
2	EL GRECO
3	EMILION
4	EMOTIVO
5	ESPARTA
6	ESPETACULAR
7	ESTILOSO
8	EVIDENTE
9	EXCLUSIVO
10	EXODO
11	ELIPSE



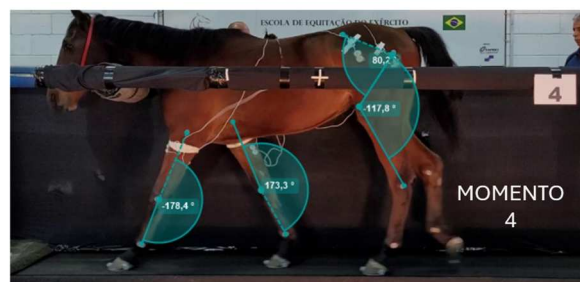
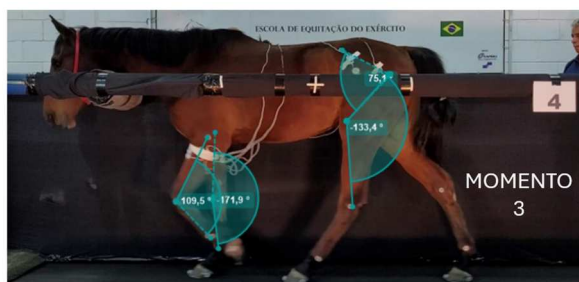
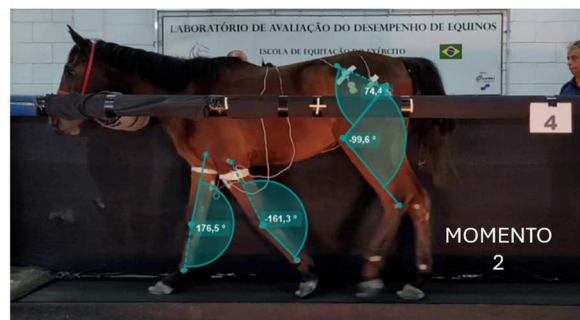
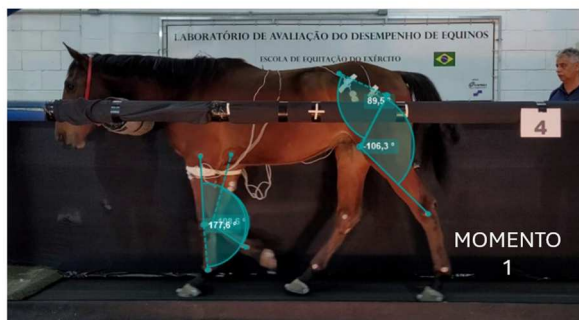
ANDAMENTO PASSO



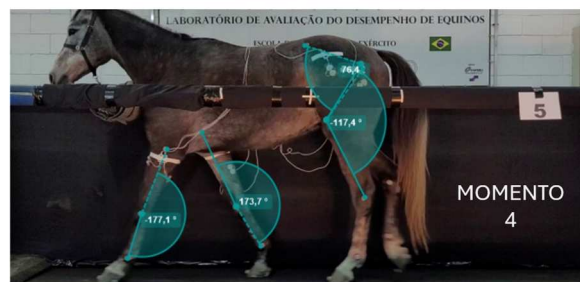
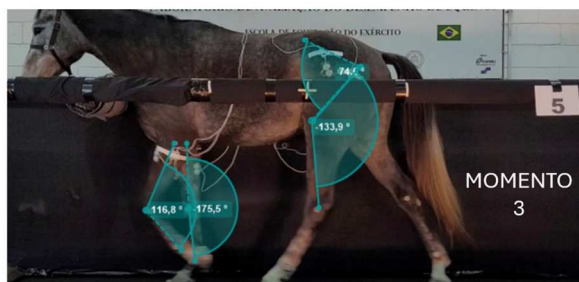
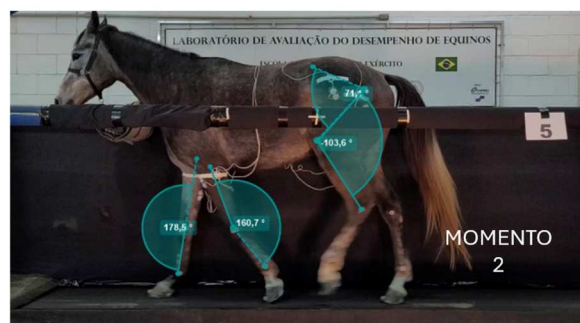
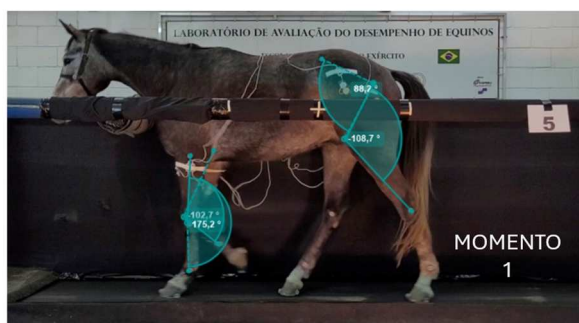
ANDAMENTO PASSO



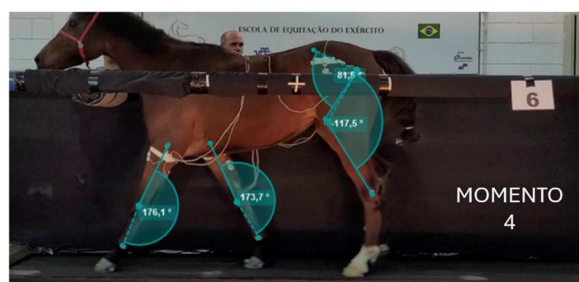
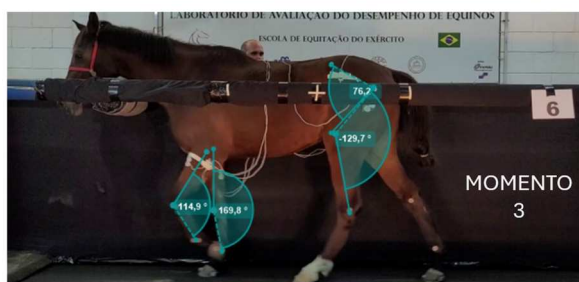
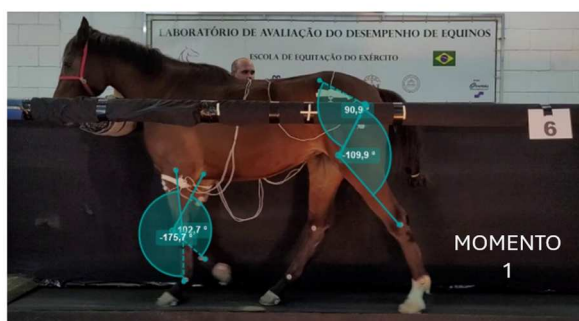
ANDAMENTO PASSO



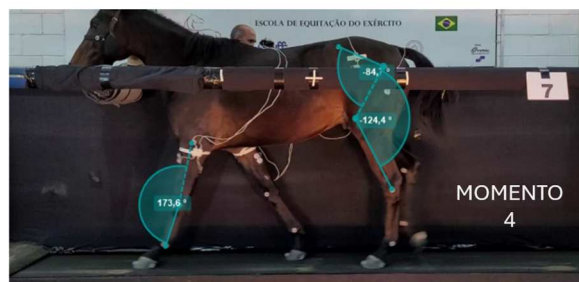
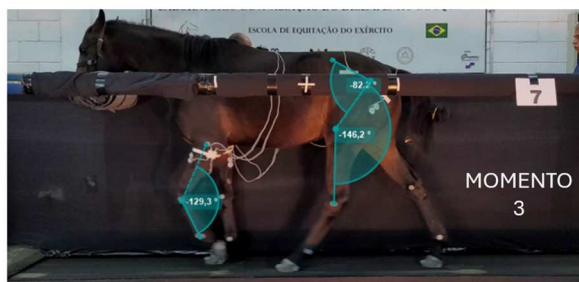
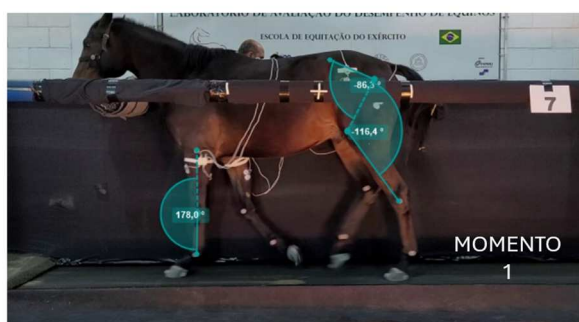
ANDAMENTO PASSO



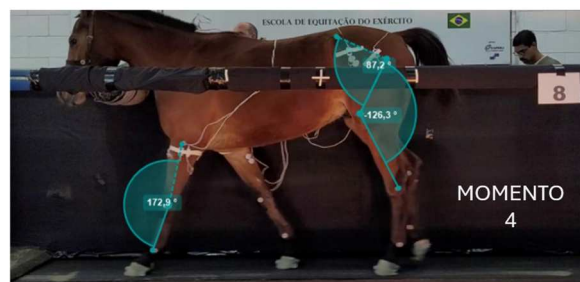
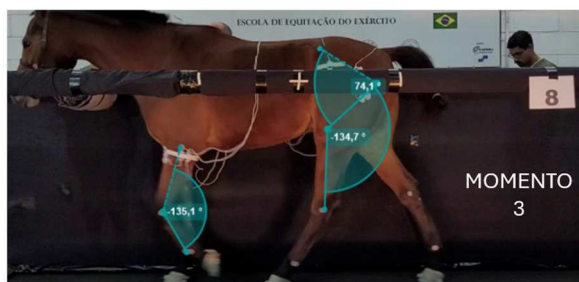
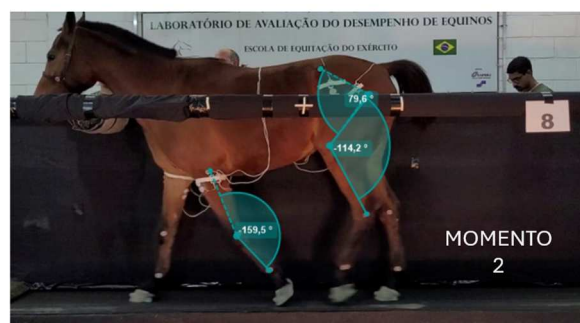
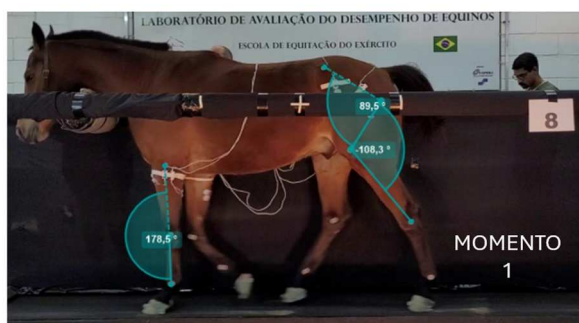
ANDAMENTO PASSO



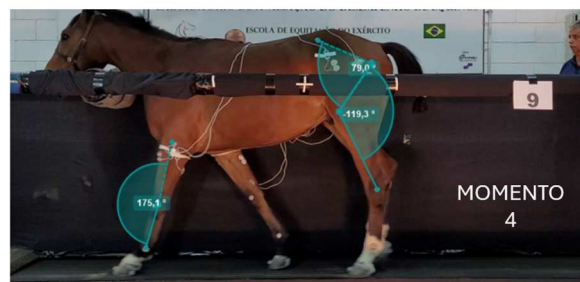
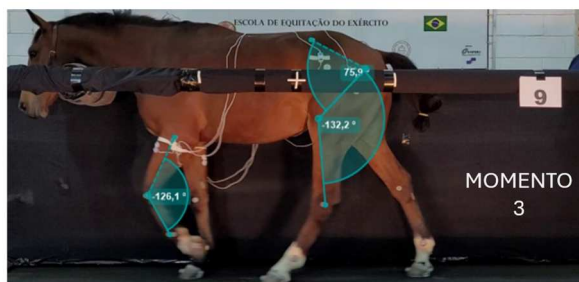
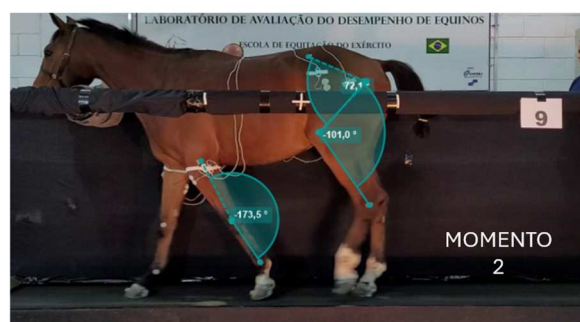
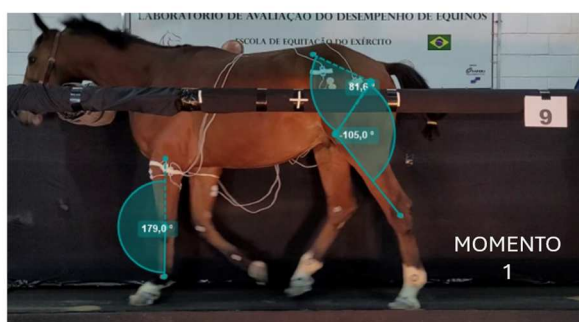
ANDAMENTO PASSO



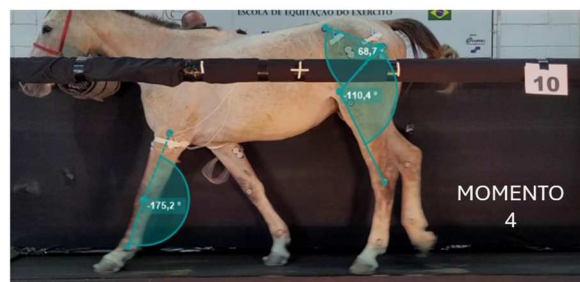
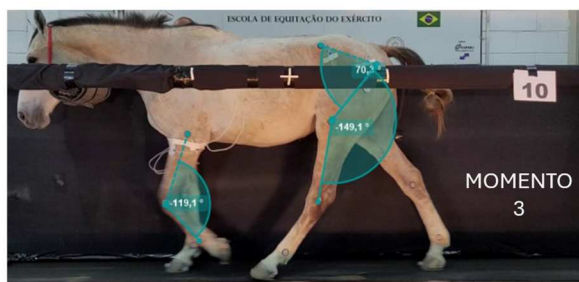
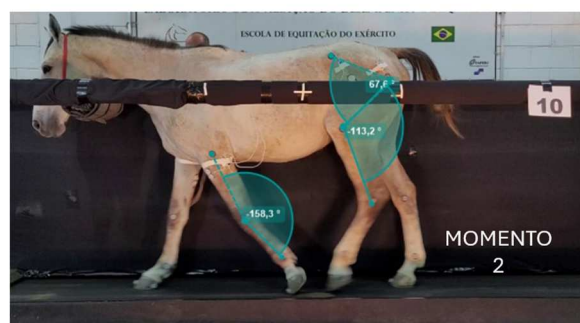
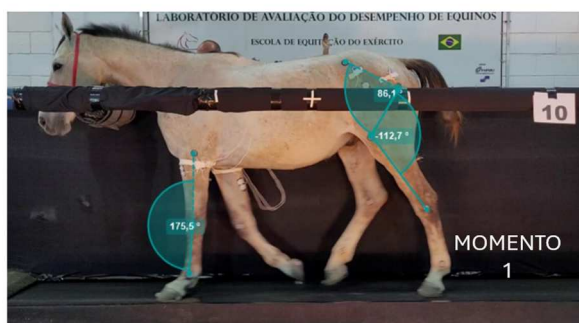
ANDAMENTO PASSO



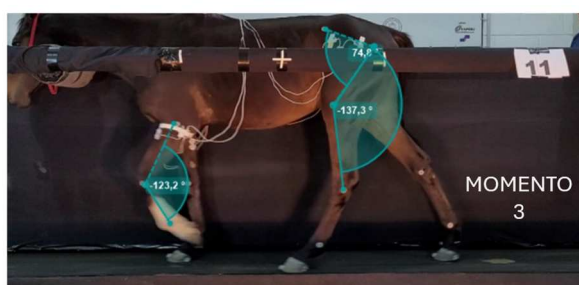
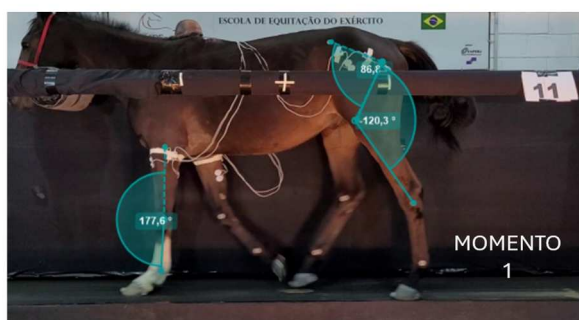
ANDAMENTO PASSO



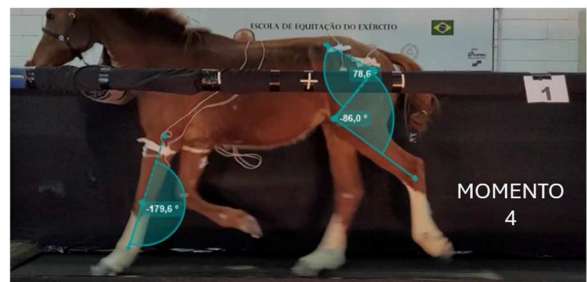
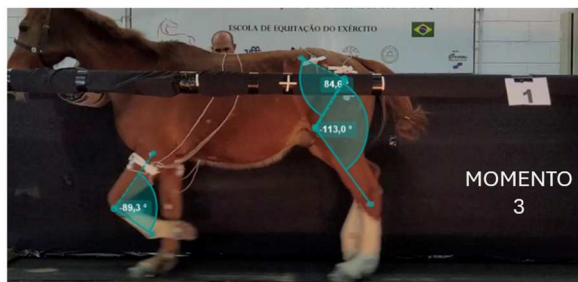
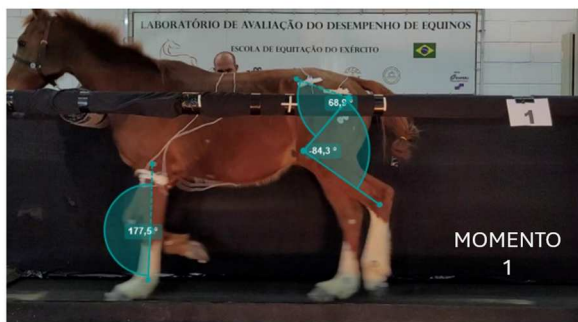
ANDAMENTO PASSO



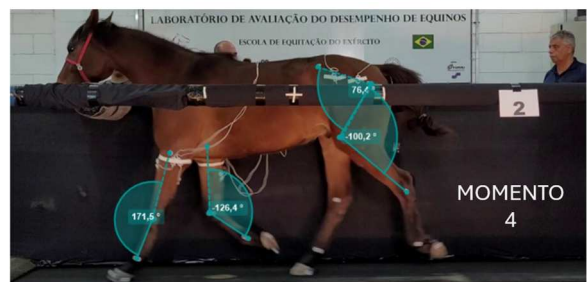
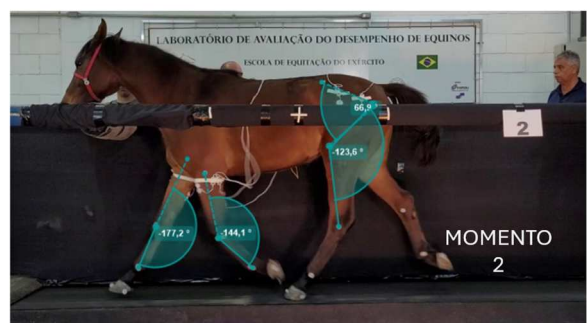
ANDAMENTO PASSO



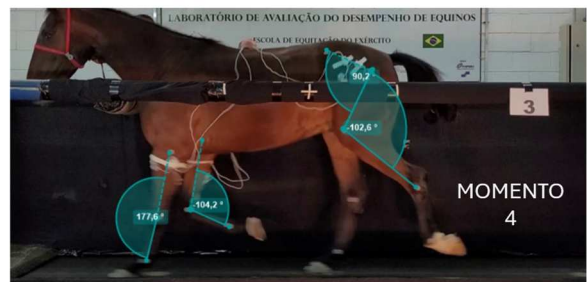
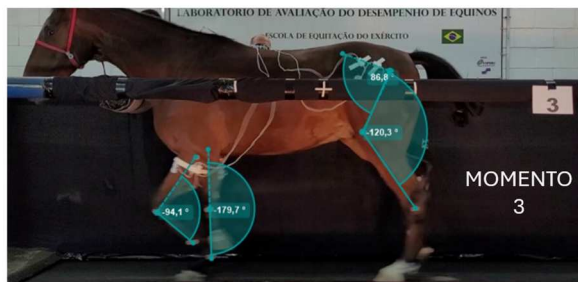
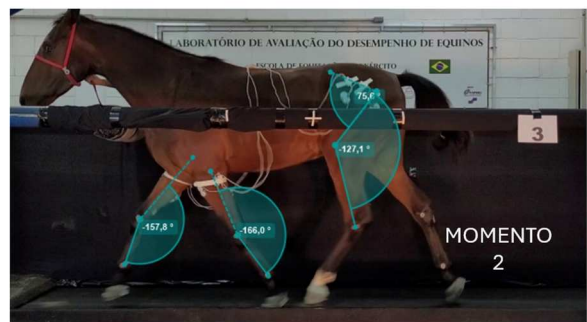
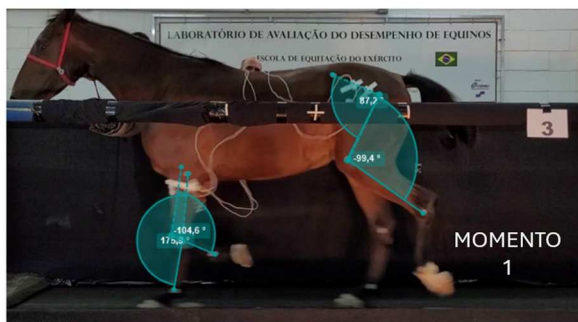
ANDAMENTO PASSO



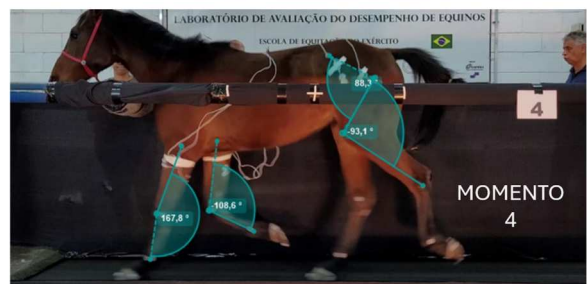
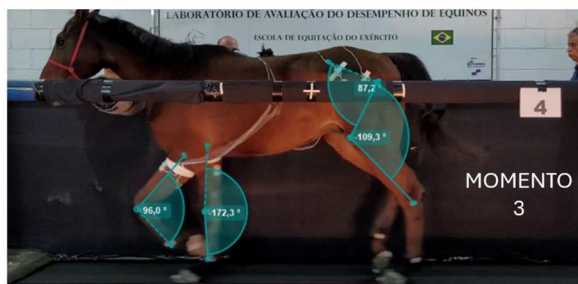
ANDAMENTO TROTE



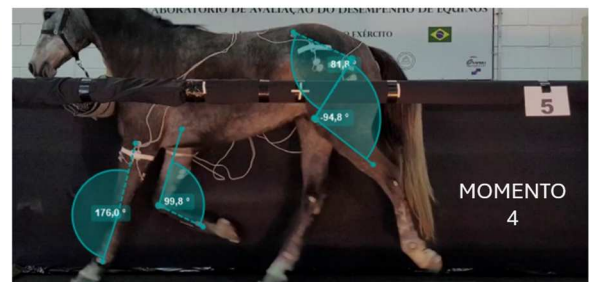
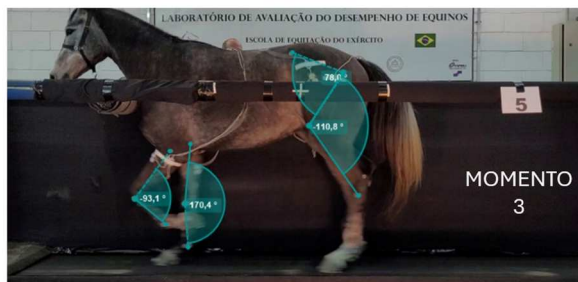
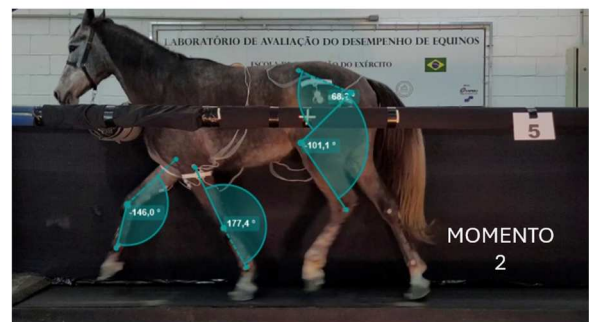
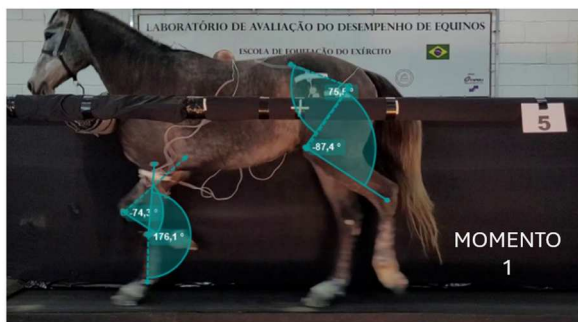
ANDAMENTO TROTE



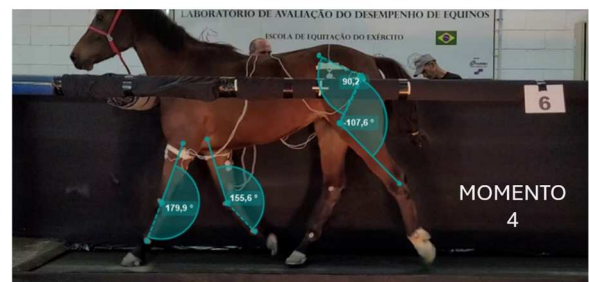
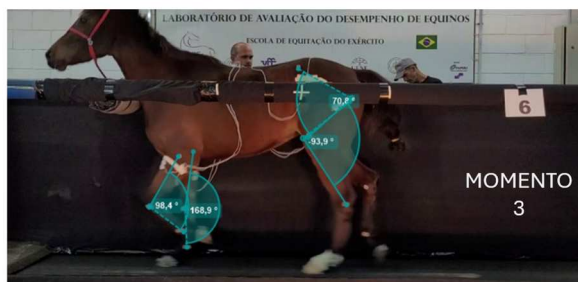
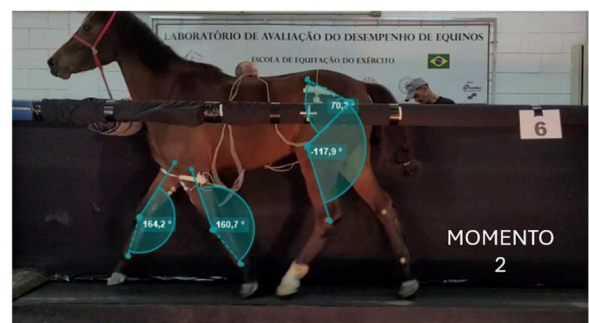
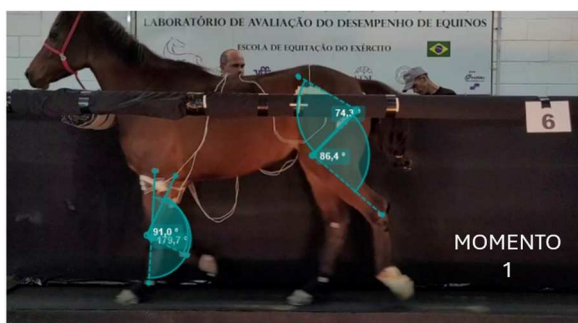
ANDAMENTO TROTE



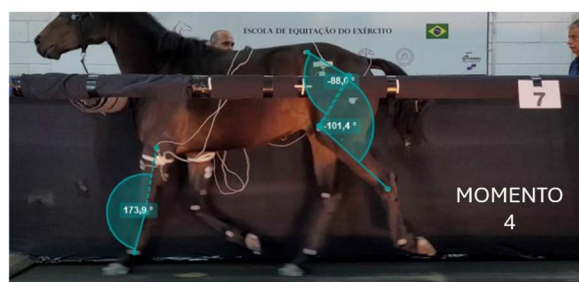
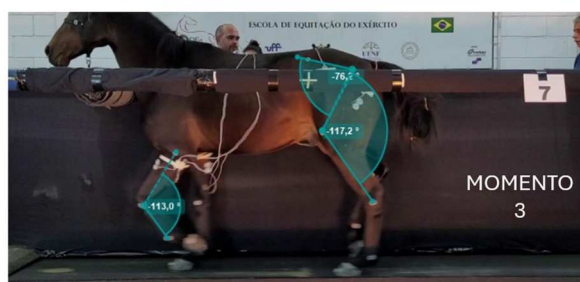
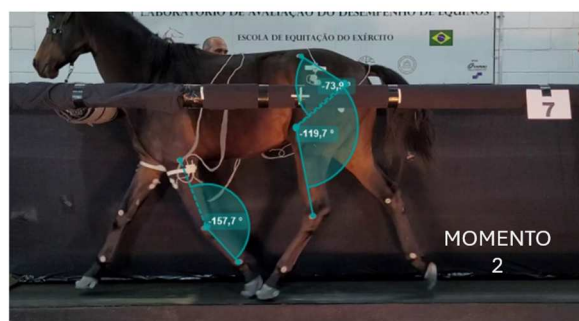
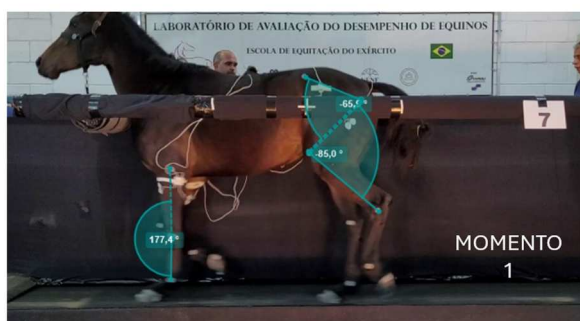
ANDAMENTO TROTE



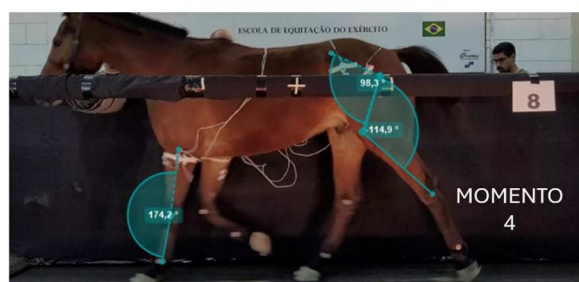
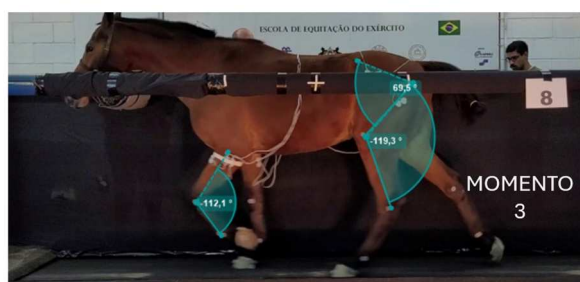
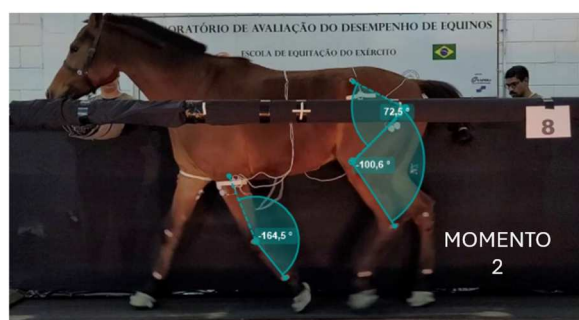
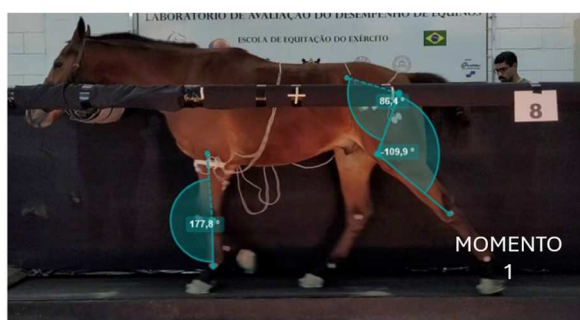
ANDAMENTO TROTE



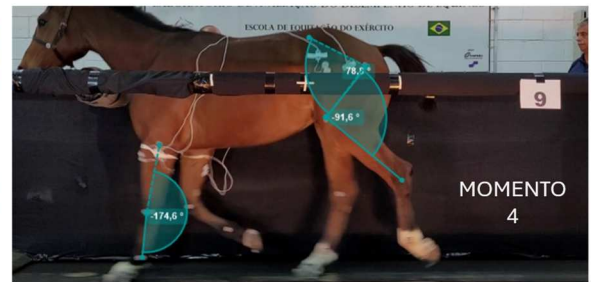
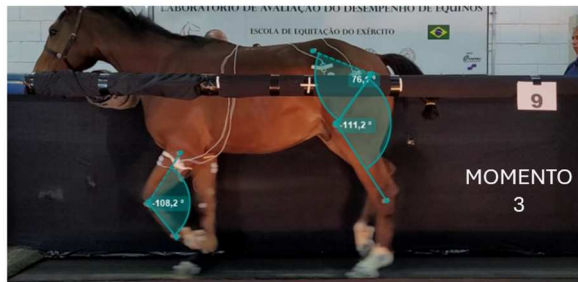
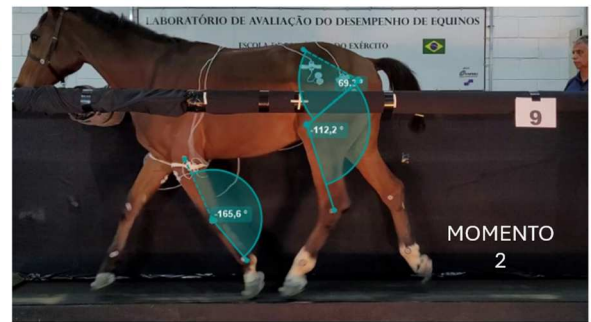
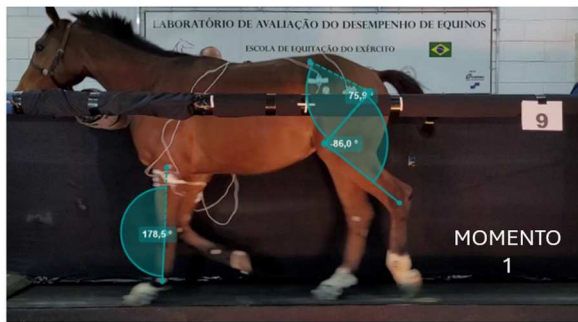
ANDAMENTO TROTE



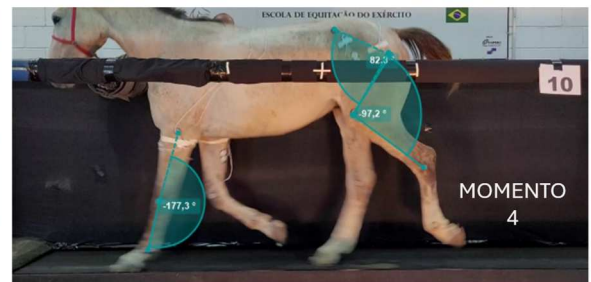
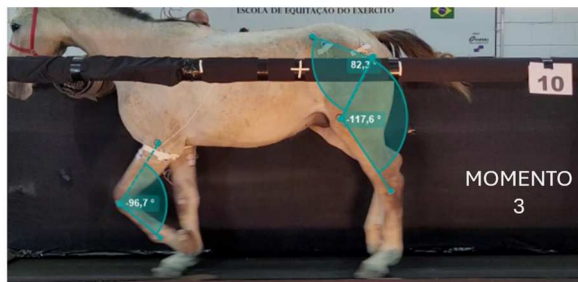
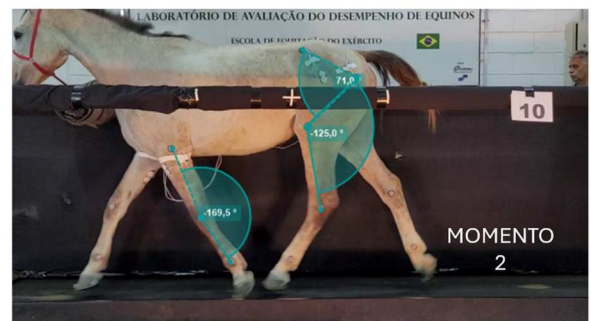
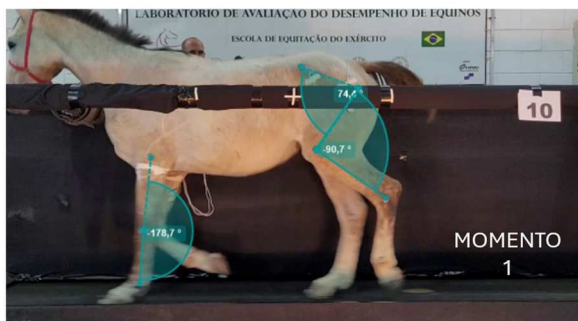
ANDAMENTO TROTE



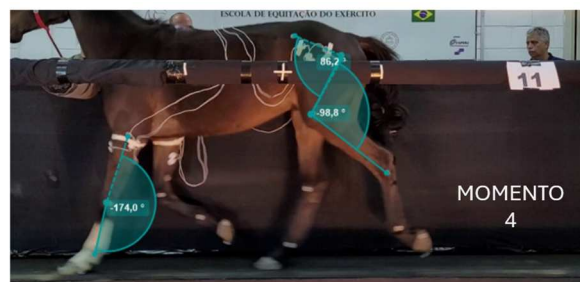
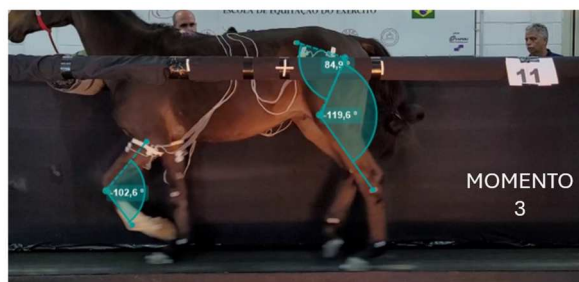
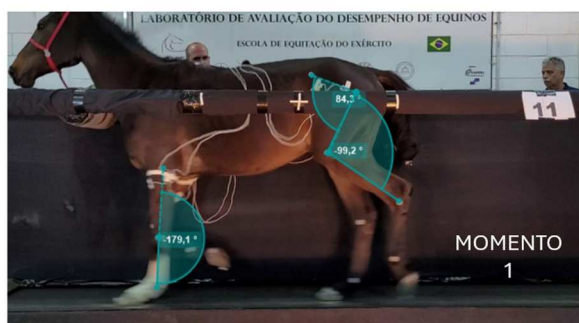
ANDAMENTO TROTE



ANDAMENTO TROTE



ANDAMENTO TROTE



ANDAMENTO TROTE

Anexo 2 – Dados eletromiografia

Tabela 13. Eletromiografia média do membro torácico esquerdo no andamento trote.

MEMBRO					TORÁCICO ESQUERDO																			
CINEMATICA	M 1		TEMPO		GRA U	M 2 FLE		TEMPO		GRA U	M 3		TEMPO		GRA U	M 4		TEMPO		GRA U	PC		TEMPO	
ELETRODOS	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	X	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN
1	12,55	66,95	21,16	21,66	177,2	14,92	61,33	21,67	21,9	163,5	9,46	37,34	21,91	22,2	112,2	12,64	26,1	22,21	22,46	178,6	12,29	51,23	21,16	22,46
2	20,4	25,63	20,5	20,97	173,1	13,54	45,3	20,98	21,17	164,3	17,54	112,5	21,18	21,44	125,4	9,7	64,69	21,45	21,74	177,3	16,13	56,8	20,5	21,74
3	15,1	67,94	21,56	22,03	177,6	12,84	35,72	22,04	22,23	161,3	16,1	29,42	22,24	22,53	109,5	16,44	15,47	22,54	22,79	178,4	15,27	42,38	21,56	22,79
4	13,21	84,42	20,66	21,13	175,2	11,88	48,84	21,14	21,3	160,7	13,34	33,1	21,31	21,56	116,8	54,92	18,88	21,57	21,83	177,1	22,48	84,42	20,66	21,83
5	11,88	59,52	11,73	12,2	175,7	11,71	30,05	12,21	12,4	161,7	15,26	20,47	12,41	12,66	114,9	10,99	34,04	12,67	12,96	176,1	12,34	40,21	11,73	12,96
6	16,39	53,77	20,93	21,5	178	9,67	17,06	21,51	21,73	160,6	17,95	21,07	21,74	22,03	129,3	12,59	71,15	22,04	22,2	173,6	15,11	41,29	20,93	22,2
7	14,6	27,92	20,46	20,96	178,5	19,79	92,58	20,97	21,16	159,5	15,26	29,75	21,17	21,46	135,1	9	19,46	21,47	21,73	172,9	14,45	36,85	20,46	21,73
8	15,16	25,36	26	26,47	179	15,31	21,33	26,48	26,7	173,5	18,31	64,01	26,71	27	126,1	12,39	67,54	27,01	27,2	175,1	15,56	41,58	26	27,2
9	17,52	56,08	20,16	20,73	175,5	13,34	24,36	20,74	20,93	158,3	19,86	37,47	20,94	21,23	119,1	15,59	123,72	21,24	21,53	175,2	16,98	62,01	20,16	21,53
10	18,13	77,16	25,93	26,49	177,6	14,51	31,43	26,5	26,69	154,3	19,76	31,25	26,7	26,96	123,2	23,63	39,14	26,97	27,19	178,2	18,93	53,3	25,93	27,19
11	16,17	14,43	25,83	26,29	173,5	18,34	79,09	26,3	26,46	150,6	10,96	44,54	26,47	26,76	116,2	14,97	24,55	26,77	26,96	179	14,97	34,09	25,83	26,96
RMS	15,555	50,834	21,356	21,857	176,4	14,16	44,28	21,86	22,06	160,7	15,8	41,9	22,07	22,348	120,7	17,532	45,88	22,35 8	22,599	176,5	15,864	49,469	21,356	22,599

Tabela 14. Eletromiografia média do membro torácico direito no andamento passo.

MEMBRO				TORÁCICO DIREITO																
CINEMATICA	M 1		TEMPO		M 2		TEMPO		M 3		TEMPO		M 4		TEMPO		PASSADA COMPLETA		TEMPO	
ELETRODOS	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN
1	11,21	39,72	21,16	21,66	12,33	16,22	21,67	21,9	14,56	60,88	21,91	22,2	12,99	97,26	22,21	22,46	12,56	51,46	21,16	22,46
2	10,27	60,05	20,5	20,97	17,25	39,27	20,98	21,17	11,99	25,28	21,18	21,44	18,19	12,8	21,45	21,74	13,66	37,86	20,5	21,74
3	10,78	24,31	21,56	22,03	15,22	22,46	22,04	22,23	10,91	91,29	22,24	22,53	17,04	62,12	22,54	22,79	12,84	48,09	21,56	22,79
4	16,09	16,26	20,66	21,13	14,12	19,99	21,14	21,3	20,14	134,12	21,31	21,56	21,05	21,99	21,57	21,83	17,79	43,71	20,66	21,83
5	11,24	17,02	11,73	12,2	19	25,36	12,21	12,4	13,88	109,5	12,41	12,66	14,95	32,22	12,67	12,96	13,93	41,45	11,73	12,96
6	14,04	21,09	20,93	21,5	18,26	105,31	21,51	21,73	11,6	36,08	21,74	22,03	18,04	16,75	22,04	22,2	14,72	39,17	20,93	22,2
7	14,38	47,21	20,46	20,96	15	18,57	20,97	21,16	15,03	17,28	21,17	21,46	15,23	86,52	21,47	21,73	14,75	44	20,46	21,73
8	15,35	56,78	26	26,47	16,32	43,17	26,48	26,7	8,74	28,97	26,71	27	21,37	11,58	27,01	27,2	14,93	39,89	26	27,2
9	19,97	39,47	20,16	20,73	19,93	101,13	20,74	20,93	11,74	19,54	20,94	21,23	16,4	16,76	21,24	21,53	17,43	39,54	20,16	21,53
10	19,34	28,77	25,93	26,49	21,25	71,57	26,5	26,69	20,01	81,39	26,7	26,96	9,69	48,67	26,97	27,19	18,01	50,06	25,93	27,19
11	11,94	51,82	25,83	26,29	14,61	25,02	26,3	26,46	16,67	13,4	26,47	26,76	15,77	40,33	26,77	26,96	14,21	35,4	25,83	26,96
RMS	14,055	36,590	21,356	21,857	16,662	44,37	21,867	22,060	14,115	56,157	22,070	22,348	16,429	40,636	22,358	22,599	14,984	42,784	21,356	22,599

Tabela 15. Eletromiografia média do membro pélvico esquerdo no andamento passo.

MEMBRO		PÉLVICO ESQUERDO																											
CINEMATICA	M 1		TEMPO		GRAU		M 2		TEMPO		GRAU		M 3		TEMPO		GRAU		M 4		TEMPO		GRAU		PC		TEMPO		
ELETRODO	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOEL	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOEL	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOEL	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOEL	FAS	BIC	INI	FIN	
1	16,64	11,35	21,16	21,66	80,9	101,4	91,03	26,8	21,67	21,9	72,2	97,6	91,2	19,36	21,91	22,2	75	135,3	39,42	15,59	22,21	22,46	76,7	116,4	51,89	16,86	21,16	22,46	
2	33,33	10,67	20,5	20,97	96,1	98,8	13,24	19,02	20,98	21,17	68,6	91,3	17,39	10,74	21,18	21,44	71,9	135,6	70,56	14,36	21,45	21,74	76,2	104	35,58	12,94	20,5	21,74	
3	27,78	14,58	21,56	22,03	89,5	106,3	97,89	14,8	22,04	22,23	74,4	99,6	60,54	15,09	22,24	22,53	75,1	133,4	21,65	21,61	22,54	22,79	80,2	117,8	45,72	16,2	21,56	22,79	
4	29,88	13,5	20,66	21,13	88,2	108,7	56,74	15,91	21,14	21,3	71,1	103,6	37,15	14,14	21,31	21,56	74,5	133,9	17,6	8,8	21,57	21,83	76,4	117,4	32,71	12,88	20,66	21,83	
5	53,72	11,29	11,73	12,2	90,9	109,9	64,82	15,73	12,21	12,4	75,8	110,6	25,82	7,82	12,41	12,66	76,2	129,7	16,63	16,29	12,67	12,96	81,5	117,5	40,89	12,49	11,73	12,96	
6	31,67	15,04	20,93	21,5	86,3	116,4	33,24	15,02	21,51	21,73	80,6	109,9	12,52	17,07	21,74	22,03	82,2	146,2	19,32	9,73	22,04	22,2	84,7	124,4	25,81	14,79	20,93	22,2	
7	18,31	17,77	20,46	20,96	89,5	108,3	19,93	18,43	20,97	21,16	79,6	114,2	57,76	20,48	21,17	21,46	74,1	134,7	33,49	10,82	21,47	21,73	87,2	126,3	30,9	16,95	20,46	21,73	
8	60,6	17,39	26	26,47	81,6	105	11,43	15,42	26,48	26,7	72,1	101	18,58	17,86	26,71	27	75,9	132,2	61,26	17,14	27,01	27,2	79	119,3	40,76	17,14	26	27,2	
9	78,2	13,29	20,16	20,73	86,1	112,7	18,21	20,2	20,74	20,93	67,6	113,2	9,1	21,3	20,94	21,23	70,3	149,1	33,66	13,01	21,24	21,53	68,7	110,4	44,46	15,98	20,16	21,53	
10	49,25	16,56	25,93	26,49	86,8	120,3	75,6	17,97	26,5	26,69	75	119,3	26,5	20,66	26,7	26,96	74,8	137,3	23,1	13,37	26,97	27,19	84,3	128,2	43,82	17,01	25,93	27,19	
11	12,16	13,82	25,83	26,29	91,5	118,1	13,7	8,93	26,3	26,46	77,5	120,6	44,89	14,99	26,47	26,76	68,7	134,5	28,27	13,91	26,77	26,96	92,3	125,7	23,82	13,41	25,83	26,96	
RMS	37,41	14,11	21,35	21,85	87,94	109,62	45,07	17,11	21,86	22,06	74,04	107,35	36,49	16,31	22,07	22,34	74,42	136,53	33,17	14,05	22,35	22,59	80,65	118,85	37,85	15,15	21,35	22,59	

Tabela 16. Eletromiografia média do membro pélvico direito no andamento passo.

MEMBRO		PÉLVICO DIREITO																		
CINEMATICA	M 1		TEMPO		M 2		TEMPO		M 3		TEMPO		M 4		TEMPO		PC		TEMPO	
ELETRODO	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN
1	160,77	15,37	21,16	21,66	17,61	10,26	21,67	21,9	17,69	13,82	21,91	22,2	95,27	10,67	22,21	22,46	87,92	13,11	21,16	22,46
2	32,89	16,65	20,5	20,97	50,26	6,62	20,98	21,17	37,24	20,38	21,18	21,44	14,35	19,01	21,45	21,74	32,29	16,4	20,5	21,74
3	39,06	11,93	21,56	22,03	9,97	27,72	22,04	22,23	17,77	9,29	22,24	22,53	95,1	19,26	22,54	22,79	40,82	15,41	21,56	22,79
4	33,87	14,48	20,66	21,13	11,66	26,97	21,14	21,3	17,12	12,6	21,31	21,56	74,04	12,85	21,57	21,83	36,11	15,53	20,66	21,83
5	27,1	15,37	11,73	12,2	17,98	18,76	12,21	12,4	43,2	16,01	12,41	12,66	53,06	14,81	12,67	12,96	35,26	15,96	11,73	12,96
6	21,13	15,61	20,93	21,5	17,2	13,38	21,51	21,73	49,21	14,01	21,74	22,03	32,13	22,47	22,04	22,2	28,54	15,72	20,93	22,2
7	43,03	18,07	20,46	20,96	22,39	14,65	20,97	21,16	20,17	17,26	21,17	21,46	17,24	20,14	21,47	21,73	28,91	17,71	20,46	21,73
8	16,73	16,18	26	26,47	59,87	19,67	26,48	26,7	42,86	20,95	26,71	27	25,86	8,01	27,01	27,2	32,89	16,62	26	27,2
9	18,6	21,89	20,16	20,73	62,59	13,84	20,74	20,93	95	15,03	20,94	21,23	41,1	14,64	21,24	21,53	46,55	17,62	20,16	21,53
10	34,81	16,93	25,93	26,49	14,91	12,81	26,5	26,69	83,83	13,18	26,7	26,96	89,3	24,79	26,97	27,19	52,04	17,01	25,93	27,19
11	24,8	12,12	25,83	26,29	26,39	11,32	26,3	26,46	11,33	12,19	26,47	26,76	15,96	13,76	26,77	26,96	19,99	12,33	25,83	26,96
RMS	41,162	15,872	21,356	21,857	28,257	16	21,867	22,06	39,583	14,97 4	22,07	22,348	50,31	16,4	22,358	22,599	40,12	15,765	21,356	22,599

Tabela 17. Eletromiografia média do membro torácico esquerdo no andamento trote.

MEMBRO					TORÁCICO ESQUERDO																				
CINEMATICA	M 1		TEMPO		GRAU	M 2		TEMPO		GRAU	M 3		TEMPO		GRAU	M 4		TEMPO		GRAU	PASSADA COMPLETA			TEMPO	
ELETRODO	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN	CAR	EXT	FLEX	INI	FIN	
1	21,3	158,37	1,21,43	1,21,63	177,5	20,4	83,37	1,21,64	1,21,86	173,3	21,01	28,1	1,21,87	1,22,16	89,3	35,22	110,57	1,22,17	1,22,3	179,6	23,03	86,05	1,21,43	1,22,3	
2	23,53	135,6	1,22,14	1,22,31	170,7	26,4	97,01	1,22,32	1,22,48	144,1	28,83	20,34	1,22,49	1,22,71	99,1	19,32	30,92	1,22,72	1,22,81	171,5	25,53	71,65	1,22,14	1,22,81	
3	17,87	36,82	1,21,44	1,21,68	177,6	20,8	24,68	1,21,69	1,21,91	161,3	17,11	172,15	1,21,92	1,22,18	109,5	16,94	81,15	1,22,19	1,22,28	178,4	18,31	81,73	1,21,44	1,22,28	
4	29,25	178,38	1,35,5	1,35,7	176,1	17,8	73,61	1,35,71	1,35,9	177,4	36,88	22,14	1,35,91	1,36,16	93,1	29,61	74	1,36,17	1,36,26	176	28,82	178,38	1,35,5	1,36,26	
5	23,42	105,02	1,11,05	1,11,28	179,7	15,21	116,84	1,11,29	1,11,45	160,7	14,36	20,49	1,11,46	1,11,68	98,4	16,01	32,79	1,11,69	1,11,82	179,9	17,63	69,88	1,11,05	1,11,82	
6	22,42	18,33	1,20,42	1,20,66	177,4	17,52	96,89	1,20,67	1,20,86	157,7	36,11	107,55	1,20,87	1,21,12	113	21,02	23,74	1,21,13	1,21,19	173,9	25,49	68,71	1,20,42	1,21,19	
7	23,46	21,27	1,11,10	1,11,36	177,8	26,94	137,86	1,11,37	1,11,56	164,5	21,02	35,29	1,11,57	1,11,9	112,1	25,32	13,42	1,11,91	1,12,00	174,2	23,56	51,56	1,11,1	1,12,0	
8	19,88	99,81	1,25,08	1,25,31	178,5	14,77	100,4	1,25,32	1,25,51	165,6	21,94	25,06	1,25,52	1,25,78	108,2	28,61	39,29	1,25,79	1,25,84	174,6	19,88	69,7	1,25,08	1,25,84	
9	33,66	139,59	1,28,28	1,28,51	178,7	50,15	94,29	1,28,52	1,28,74	169,5	23,31	35,15	1,28,75	1,29,01	96,7	28,25	56,64	1,29,02	1,29,11	177,3	34,27	85,23	1,28,28	1,29,11	
10	30,51	193,48	1,18,95	1,19,15	179,1	16,25	81,31	1,19,16	1,19,38	167,9	56,16	29,25	1,19,39	1,19,61	102,6	52,12	39,18	1,19,62	1,19,68	174	36,29	93,85	1,18,95	1,19,68	
11	14,92	75,15	1,22,54	1,22,74	175,8	24,13	19,38	1,22,75	1,22,94	166	30,26	71,19	1,22,95	1,23,20	94,1	18,46	126,24	1,23,21	1,23,28	177,6	23,22	63,21	1,22,54	1,23,28	
RMS	23,656	105,62	0	0	177,172	22,760	84,149	0	0	164,363	27,908	51,519	0	0	101,463	26,443	57,085	0	0	176,09	25,093	83,631	0	0	

Tabela 18. Eletromiografia média do membro torácico direito no andamento trote.

MEMBRO		TORÁCICO DIREITO																		
CINEMATICA	M 1		TEMPO		M 2		TEMPO		M 3		TEMPO		M 4		TEMPO		PASSADA COMPLETA		TEMPO	
ELETRODO	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN	EXT	FLEX	INI	FIN
1	11,97	17,75	1,21,43	1,21,63	17,31	50,68	1,21,64	1,21,86	19,75	179,7	1,21,87	1,22,16	14,79	20,4	1,22,17	1,22,3	16,47	82,37	1,21,43	1,22,3
2	17,72	27,48	1,22,14	1,22,31	18,36	34,53	1,22,32	1,22,48	21,78	145,3	1,22,49	1,22,71	22,73	61,75	1,22,72	1,22,81	20,01	74,52	1,22,14	1,22,81
3	15,55	96,73	1,21,44	1,21,68	11,63	113,5	1,21,69	1,21,91	18,33	18,46	1,21,92	1,22,18	19,28	37,25	1,22,19	1,22,28	15,82	69,8	1,21,44	1,22,28
4	28,85	23,52	1,35,5	1,35,7	22,32	82,7	1,35,71	1,35,9	23,02	112,98	1,35,91	1,36,16	12,33	22,8	1,36,17	1,36,26	23,23	69,63	1,35,5	1,36,26
5	17,52	28,28	1,11,05	1,11,28	14,66	44,28	1,11,29	1,11,45	31,14	137,58	1,11,46	1,11,68	17,89	81,44	1,11,69	1,11,82	20,99	73,54	1,11,05	1,11,82
6	29,7	193,93	1,20,42	1,20,66	20,68	27,72	1,20,67	1,20,86	20,22	24,51	1,20,87	1,21,12	17,33	123,9	1,21,13	1,21,19	22,98	70,22	1,20,42	1,21,19
7	18,47	95,35	1,11,10	1,11,36	16,7	23,91	1,11,37	1,11,56	20,55	89,02	1,11,57	1,11,9	22,81	105,54	1,11,91	1,12,00	19,32	78,29	1,11,1	1,12,0
8	13,32	32,75	1,25,08	1,25,31	20,9	33,44	1,25,32	1,25,51	19,63	132,91	1,25,52	1,25,78	12,28	56,21	1,25,79	1,25,84	17,51	70,15	1,25,08	1,25,84
9	16,85	28,98	1,28,28	1,28,51	24,84	39,01	1,28,52	1,28,74	29,94	190,45	1,28,75	1,29,01	11,2	42,7	1,29,02	1,29,11	22,81	85,28	1,28,28	1,29,11
10	25,78	37,9	1,18,95	1,19,15	26,35	63,43	1,19,16	1,19,38	19,71	161,16	1,19,39	1,19,61	11,83	41,6	1,19,62	1,19,68	22,96	84,05	1,18,95	1,19,68
11	39,02	19,09	1,22,54	1,22,74	31,21	106,85	1,22,75	1,22,94	14,94	44,39	1,22,95	1,23,20	13,39	21,83	1,23,21	1,23,28	25,86	52,51	1,22,54	1,23,28
RMS	21,34	54,705	0	0	20,45	56,368	0	0	21,728	112,405	0	0	15,987	55,947	0	0	20,723	73,669	0	0

Tabela 19. Eletromiografia média do membro pélvico esquerdo no andamento trote.

MEMBRO		PÉLVICO ESQUERDO																											
CINEMATIC	M 1		TEMPO		GRAU		M 2		TEMPO		GRAU		M 3		TEMPO		GRAU		M 4		TEMPO		GRAU		PC		TEMPO		
ELETRODO	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOE	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOE	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOE	FAS	BIC	INI	FIN	COX	JOE	FAS	BIC	INI	FIN	
1	137,83	23,25	1,21,43	1,21,63	68,9	84,3	31,44	13,02	1,21,64	1,21,86	65,3	113,8	76,21	64,15	1,21,87	1,22,16	84,6	113	121,66	21,8	1,22,17	1,22,3	78,6	86	85,99	34,22	1,21,43	1,22,3	
2	57,84	15,76	1,22,14	1,22,31	78,4	88,7	23,36	16,03	1,22,32	1,22,48	66,9	123,6	41,54	38,35	1,22,49	1,22,71	80,2	104,2	101,49	14,36	1,22,72	1,22,81	76,4	100,2	49,64	23,37	1,22,14	1,22,81	
3	20,1	36,62	1,21,44	1,21,68	89,5	106,3	69,72	55,59	1,21,69	1,21,91	74,4	99,6	115,03	16,72	1,21,92	1,22,18	75,1	133,4	43,53	17,25	1,22,19	1,22,28	80,2	117,8	66,57	33,32	1,21,44	1,22,28	
4	55,2	10,73	1,35,5	1,35,7	75,5	87,4	24,86	25,63	1,35,71	1,35,9	68,2	101,1	56,79	30,7	1,35,91	1,36,16	78	110,8	79,31	10,9	1,36,17	1,36,26	81,8	94,8	51,17	21,49	1,35,5	1,36,26	
5	86,22	13,51	1,11,05	1,11,28	74,3	86,4	28,32	11,72	1,11,29	1,11,45	70,2	117,9	20,62	46,68	1,11,46	1,11,68	70,8	93,9	86,59	22,14	1,11,69	1,11,82	90,2	107,6	54,3	24,43	1,11,05	1,11,82	
6	36,65	30,42	1,20,42	1,20,66	65,9	85	36,52	14,47	1,20,67	1,20,86	73,9	119,7	25,7	11,84	1,20,87	1,21,12	76,2	117,2	26,03	30,53	1,21,13	1,21,19	88	101,4	32,07	20,06	1,20,42	1,21,19	
7	56,34	29,24	1,11,10	1,11,36	86,4	109,9	38,74	21,72	1,11,37	1,11,56	72,5	100,6	25,62	22,73	1,11,57	1,11,9	69,5	119,3	64,8	28,64	1,11,91	1,12,00	98,3	114,9	41,54	25,06	1,11,1	1,12,0	
8	79,68	12,23	1,25,08	1,25,31	75,9	86	43,72	20,39	1,25,32	1,25,51	69,3	112,2	26,89	46,32	1,25,52	1,25,78	76,2	111,2	63,89	12,98	1,25,79	1,25,84	78,9	91,6	50,24	26,55	1,25,08	1,25,84	
9	73,04	12,18	1,28,28	1,28,51	74,4	90,7	23,25	18,22	1,28,52	1,28,74	71	125	42,14	40,66	1,28,75	1,29,01	82,3	117,6	90,08	8,85	1,29,02	1,29,11	82,3	97,2	50,97	22,61	1,28,28	1,29,11	
10	78,82	6,68	1,18,95	1,19,15	84,3	99,2	53,56	19,28	1,19,16	1,19,38	73	131,2	133,62	93,84	1,19,39	1,19,61	84,9	119,6	188,02	34,51	1,19,62	1,19,68	86,2	98,8	99,08	40,35	1,18,95	1,19,68	
11	25,17	12,53	1,22,54	1,22,74	87,3	99,4	23,73	28,75	1,22,75	1,22,94	75,6	127,1	38,26	21,03	1,22,95	1,23,20	86,8	120,3	22,87	13,81	1,23,21	1,23,28	90,2	102,6	29,16	20,11	1,22,54	1,23,28	
RMS	64,26	18,46	0	0	78,25	93,02	36,11	22,25	0	0	70,93	115,61	54,76	39,36	0	0	78,6	114,6	80,75	19,61	0	0	84,64	101,17	55,52	26,50	0	0	

Tabela 20. Eletromiografia média do membro pélvico direito no andamento trote.

MEMBRO				PÉLVICO DIREITO																
CINEMATICA	CICLO 1		TEMPO		CICLO 2		TEMPO		CICLO 3		TEMPO		CICLO 4		TEMPO		PASSADA COMPLETA		TEMPO	
ELETRODO	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN	FAS	BIC	INI	FIN
1	70,39	77,68	1,21,43	1,21,63	208,7	34,17	1,21,64	1,21,86	157,23	11,56	1,21,87	1,22,16	22,79	38,53	1,22,17	1,22,3	129,94	37,32	1,21,43	1,22,3
2	28,34	44,78	1,22,14	1,22,31	74,64	30,64	1,22,32	1,22,48	61,68	12,76	1,22,49	1,22,71	31,39	17,95	1,22,72	1,22,81	52,04	26,5	1,22,14	1,22,81
3	76,84	14,89	1,21,44	1,21,68	36,25	18,13	1,21,69	1,21,91	28,47	44,69	1,21,92	1,22,18	93,62	32,08	1,22,19	1,22,28	52,11	27,33	1,21,44	1,22,28
4	29,75	36,55	1,35,5	1,35,7	123,16	15,74	1,35,71	1,35,9	62,04	9,64	1,35,91	1,36,16	21,04	22,51	1,36,17	1,36,26	64,22	19,98	1,35,5	1,36,26
5	19,12	28,93	1,11,05	1,11,28	75,53	31,14	1,11,29	1,11,45	53,06	13,17	1,11,46	1,11,68	25,81	13,36	1,11,69	1,11,82	42,69	22,01	1,11,05	1,11,82
6	34,29	11,91	1,20,42	1,20,66	25,7	22,17	1,20,67	1,20,86	41,14	25,55	1,20,87	1,21,12	39,05	13,98	1,21,13	1,21,19	34,73	19,25	1,20,42	1,21,19
7	30,78	17,01	1,11,10	1,11,36	33,66	32,36	1,11,37	1,11,56	61,23	18,96	1,11,57	1,11,9	31,26	11,1	1,11,91	1,12,00	43,04	20,51	1,11,1	1,12,0
8	23,48	39,69	1,25,08	1,25,31	48,31	42,81	1,25,32	1,25,51	53,56	12,82	1,25,52	1,25,78	38,77	27,54	1,25,79	1,25,84	41,71	30,32	1,25,08	1,25,84
9	21,18	49,25	1,28,28	1,28,51	61,46	38,43	1,28,52	1,28,74	58,31	12,97	1,28,75	1,29,01	27,63	21,09	1,29,02	1,29,11	45,16	32,05	1,28,28	1,29,11
10	53,96	90,01	1,18,95	1,19,15	100,36	46,13	1,19,16	1,19,38	76,87	10,29	1,19,39	1,19,61	33,08	18,54	1,19,62	1,19,68	74,04	45,73	1,18,95	1,19,68
11	38,67	25,88	1,22,54	1,22,74	33,43	16,42	1,22,75	1,22,94	22,33	12,97	1,22,95	1,23,20	21,73	27,96	1,23,21	1,23,28	29,96	25,88	1,22,54	1,23,28
RMS	38,8	39,689	0	0	74,65	29,83	0	0	61,44	16,852	0	0	35,106	22,24	0	0	55,421	27,898	0	0

Tabela 21. Média de Picos e Mínimos de micro voltos nos andamentos passo e trote.

MEMBRO	TORÁCICO ESQUERDO									
CINEMÁTICA	M1		M2		M3		M4		PC	
ELETRODO	EXTENSOR	FLEXOR	EXTENSOR	FLEXOR	EXTENSOR	FLEXOR	EXTENSOR	FLEXOR	EXTENSOR	FLEXOR
PICO PASSO	22,456	99,612	19,65	62,694	20,534	66,295	25,19	78,904	29,544	131,408
PICO TROTE	30,587	162,902	30,745	163,253	35,97	86,444	32,02	88,172	41,874	196,833
MÍNIMO PASSO	8,48	13,978	9,209	27,26	9,772	23,36	9,497	20,826	6,253	9,978
MÍNIMO TROTE	17,462	41,115	15,016	30,366	16,113	24,884	21,578	38,195	12,304	14,482
MEMBRO	TORÁCICO DIREITO									
PICO PASSO	20,75	78,759	20,352	64,194	20,61	83,696	21,666	58,405	24,417	128,155
PICO TROTE	27,148	78,21	26,576	103,14	27,912	158,918	19,167	86,454	32,343	185,231
MÍNIMO PASSO	7,012	13,529	11,226	21,464	8,246	19,741	10,65	22,7	6,011	9,39
MÍNIMO TROTE	14,646	23,61	14,858	19,87	14,993	47,284	13,405	32,804	10,164	14,512
MEMBRO	PÉLVICO ESQUERDO									
ELETRODO	FASCIA	BICEPS	FASCIA	BICEPS	FASCIA	BICEPS	FASCIA	BICEPS	FASCIA	BICEPS
PICO PASSO	79,198	23,48	65,58	21,793	57,461	22,821	54,29	20,56	101,085	27,54
PICO TROTE	87,337	26,88	53,566	34,245	92,728	53,47	94,3	28,06	111,242	60,97
MÍNIMO PASSO	10,078	6,927	22,204	10,2	17,781	8,656	17,306	7,604	8,62	5,808
MÍNIMO TROTE	38,694	13,034	18,284	11,269	23,492	19,909	61,746	14,05	12,847	8,122
MEMBRO	PÉLVICO DIREITO									
PICO PASSO	65,649	28,461	39,613	22,264	60,796	22,552	78,186	21,794	97,82	30,341
PICO TROTE	79,189	58,904	96,55	57,384	90,415	25,356	43,569	30,196	105,727	65,399
MÍNIMO PASSO	11,871	6,324	17,7	8,844	20,315	8,102	25,006	9,9481	8,571	4,815
MÍNIMO TROTE	19,785	16,564	50,699	11,08	33,37	10,079	25,744	15,34	13,83	7,896

