



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MICHELLE CAMPANO DE SOUZA

**CINEMÁTICA DE CÃES HÍGIDOS DA RAÇA AMERICAN PIT  
BULL TERRIER**

MICHELLE CAMPANO DE SOUZA

**CINEMÁTICA DE CÃES HÍGIDOS DA RAÇA AMERICAN PIT  
BULL TERRIER**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Clínicas Veterinárias da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Clínicas Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Mauro José L. Cardoso

Londrina  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Campano de Souza, Michelle.  
Cinemática de cães hípidos da raça American Pit Bull Terrier / Michelle Campano de Souza. - Londrina, 2017.  
49 f. : il.

Orientador: Mauro José Lahm Cardoso.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Clínicas Veterinárias) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Clínicas Veterinárias, 2017.  
Inclui bibliografia.

1. American Pit Bull Terrier - Tese. 2. Angulos articulares - Tese. 3. Biomecânica Veterinária - Tese. 4. Marcha canina - Tese. I. Lahm Cardoso, Mauro José. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Clínicas Veterinárias. III. Título.

MICHELLE CAMPANO DE SOUZA

**CINEMÁTICA DE CÃES HÍGIDOS DA RAÇA AMERICAN PIT BULL  
TERRIER**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Clínicas Veterinárias da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Clínicas Veterinárias.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Mauro José L. Cardoso  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dra. Janis Regina Messias Gonzales  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Felipe Arruda Moura  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 17 de novembro de 2017.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Mauro José L. Cardoso não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade e generosidade.

Ao professor Felipe Arruda Moura, responsável pelo Laboratório de Biomecânica Aplicada do Departamento de Ciências do Esporte da Universidade Estadual de Londrina. Agradeço pelos ensinamentos, estes que fizeram ampliar meus horizontes, mesclando a Medicina Veterinária com a Educação Física. União que mostra o quão forte é o trabalho em conjunto.

A professora Janis Regina Messias Gonzales pelas considerações essenciais no estudo, ser humano de extrema sabedoria.

Agradeço aos meus pais Marta e José, minha irmã Caroline, por sempre acreditarem em mim. Vocês dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade, do respeito e amor.

Ao meu namorado Luiz Fellipe, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza. Hoje estamos colhendo, juntos, os frutos do nosso empenho.

A realização deste projeto só foi possível com o apoio dos colaboradores. Ao professor Rafael Fagnani e as graduandas do curso de Medicina Veterinária da UEL Karina Ono e Carol Sayuri, o meu reconhecimento e gratidão.

Gostaria de agradecer também aos colegas de trabalho Juliana Evangelista, Bruna Molinari, Isaac Romani, Rodrigo Mattosinho, Gabriela Vasques, Leonardo Leal e Ana Lúcia Yoshida, pelo incentivo e pela convivência ao longo desses anos.

Ao Programa de Mestrado Profissional da Universidade Estadual de Londrina, e as pessoas que convivi nesse espaço durante esses dois anos.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

**"Se você quer transformar o mundo,  
experimente primeiro promover o seu  
aperfeiçoamento pessoal e realizar  
inovações no seu próprio interior."  
(Dalai Lama)**

SOUZA, Michelle Campano de. **Cinemática de cães hípidos da raça American Pit Bull Terrier**. 2017. Dissertação (Mestrado em Clínicas Veterinárias) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2017.

## RESUMO

A análise clínica da marcha, observação visual, é útil, porém pouco precisa, enquanto a análise quantitativa compreende uma avaliação mais eficiente, calculando variáveis de distâncias e variáveis angulares. O ramo da mecânica que descreve os componentes espaciais e temporais do movimento chama-se cinemática. O objetivo do presente estudo foi estabelecer dados cinemáticos da marcha de cães hípidos da raça American Pit Bull Terrier e contribuir para a compreensão do movimento da locomoção. Foram avaliados os ângulos articulares dos membros torácicos e pélvicos, e variáveis espaço-temporais para caminhada e trote. Foram estudados 11 cães, idade entre 2 a 6 anos, com escore de condição corporal entre 4 a 6, de ambos os sexos. Os animais estudados não apresentavam histórico prévio de doenças articulares e musculoesqueléticas. Cada cão teve 20 marcadores reflexivos posicionados nos pontos anatômicos de interesse. Os animais caminharam e trotaram dentro de um espaço linear (sete metros), conduzido pelo mesmo pesquisador. Os dados cinemáticos foram coletados com o emprego de 6 câmeras e analisadas por um programa de análise de movimento. Os movimentos analisados durante as fases da marcha foram: flexão (diminuição do ângulo articular), extensão (aumento do ângulo articular), amplitude de movimento, ângulo no instante da fase de apoio, comprimento e velocidade de passada. Ao comparar os ângulos entre caminhada e trote, verificou-se diferenças mais expressivas para as articulações dos membros pélvicos. Não houve diferença entre os lados esquerdo e direito em todos os ângulos articulares dos membros pélvicos durante a caminhada e trote. Portanto, o movimento do membro pélvico mostra-se simétrico tanto ao trote quanto à caminhada, fato relevante para estudos de cães portadores de doenças musculoesqueléticas.

**Palavras-chave:** American Pit Bull Terrier. Ângulos articulares. Biomecânica Veterinária. Cinemática. Marcha canina.

SOUZA, Michelle Campano de. **Kinematics of healthy dogs American Pit Bull Terrier breed**. 2017. f. Dissertation (MSc in Veterinary Clinics) – State University of Londrina, Londrina. 2017.

## **ABSTRACT**

The clinical gait analysis, visual observation, is useful, but not very precise, whereas the quantitative analysis comprises a more efficient evaluation, calculating variables of distances and angular variables. The branch of mechanics that describes the spatial and temporal components of motion is called kinematics. The objective of the present study was to establish kinematic gait data of American Pit Bull Terriers and contribute to the understanding of the movement of locomotion. The articular angles of the thoracic and pelvic limbs, and spatiotemporal variables for walking and trotting were evaluated. Eleven dogs, aged between 2 and 6 years, with a body condition score between 4 and 6, of both sexes were studied. The animals studied had no previous history of joint and musculoskeletal diseases. Each dog had 20 reflective markers positioned at the anatomical points of interest. The animals walked and trotted within a linear space (seven meters), led by the same researcher. The kinematic data were collected using 6 cameras and analyzed by a motion analysis program. The movements analyzed during gait phases were: flexion (decrease of joint angle), extension (increase of joint angle), range of motion, angle at the instant of the support phase, length and speed of the course. Comparing the angles between walking and trotting, there were more expressive differences for the pelvic limbs joints. There was no difference between the left and right sides at all joint angles of the pelvic limbs during walking and trotting. Therefore, the movement of the pelvic limb is symmetrical to both trotting and walking, which is relevant for the study of dogs with musculoskeletal diseases.

**Key words:** American Pit Bull Terrier. Canine walking. Joint angles. Kinematics. Veterinary Biomechanics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Marcadores reflexivos fixados nos pontos anatômicos para coleta das imagens .....	24
<b>Figura 2</b> – Sistema Optitrack de análise de movimento .....	25
<b>Figura 3</b> – Sistema Motive Body.....	25
<b>Figura 4</b> – Ângulos articulares analisados.....	26
<b>Figura 5</b> – Gráfico em Box plot da variável espaço-temporal CPC (comprimento da passada para caminhada) e CPT (comprimento da passada para trote) .....	29
<b>Figura 6</b> – Gráfico em Box plot da variável espaço-temporal VMC (velocidade média para caminhada) e VMT (velocidade média para trote).....	29
<b>Figura 7</b> – Medianas, quartis e valores mínimos e máximos dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro torácico durante a caminhada e durante o trote .....	30
<b>Figura 8</b> – Medianas, quartis e valores mínimos e máximos dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro pélvico durante a caminhada e durante o trote .....	31
<b>Figura 9</b> – Movimento articular de membros torácicos dos seis cães estudados durante a caminhada .....	37
<b>Figura 10</b> – Movimento articular de membros pélvicos dos seis cães estudados durante a caminhada .....	38
<b>Figura 11</b> – Movimento articular de membros torácicos dos oito cães estudados durante o trote .....	38
<b>Figura 12</b> – Movimento articular de membros pélvicos dos oito cães estudados durante o trote .....	39

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Resumo dos achados em estudos cinemáticos realizados em cães.....	20
---	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Média e DP das variáveis espaço-temporais dos cães estudados durante a caminhada e trote, Londrina, 2016 .....	28
<b>Tabela 2</b> – Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro torácico direito e esquerdo durante a caminhada .....	33
<b>Tabela 3</b> – Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro pélvico direito e esquerdo durante a caminhada .....	34
<b>Tabela 4</b> – Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro torácico direito e esquerdo durante o trote .....	35
<b>Tabela 5</b> – Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro pélvico direito e esquerdo durante o trote .....	36
<b>Tabela 6</b> – Valores dos ângulos articulares dos seis cães da raça American Pit Bull Terrier estudados durante a caminhada, Londrina .....	40
<b>Tabela 7</b> – Valores dos ângulos articulares dos oito cães da raça American Pit Bull Terrier estudados durante o trote, Londrina .....	41

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
1.1	INTRODUÇÃO.....	11
1.2	BIOMECÂNICA.....	12
1.3	LOCAMOÇÃO CANINA.....	13
1.4	AVALIAÇÃO CINEMÁTICA.....	15
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
2.1	LOCAL.....	22
2.2	ANIMAIS.....	22
2.2.1	Origem.....	22
2.2.2	Critérios de Inclusão.....	22
2.2.3	Critérios de Exclusão.....	23
2.3	COLETA DE DADOS.....	23
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>

## 1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 INTRODUÇÃO

A locomoção pode ser definida como a translação de um corpo a partir de um ponto a outro por meio de movimentos característicos (BUDSBERG et al., 1987).

O ciclo da locomoção de um quadrúpede pode ser definido como uma série de eventos que incluem um passo para cada um dos quatro membros, independentemente do tipo de locomoção. O ciclo de movimento ao caminhar inclui o suporte de dois e três membros, e ao trote, há o suporte de dois membros, com pares diagonais (DeCAMP, 1997).

Os métodos cinemáticos e cinéticos são formas objetivas de avaliação da locomoção (GILLETTE, ANGLE, 2008). Avaliação cinemática é o estudo da mecânica que descreve os componentes espaciais e temporais do movimento. A descrição envolve posição, velocidade e aceleração de um corpo, sem levar em consideração as forças que causam o movimento. Uma análise cinemática do movimento pode ser tanto qualitativa como quantitativa. Uma análise qualitativa é uma descrição não numérica do movimento com base numa observação direta. Na análise quantitativa, o movimento é analisado numericamente com base em medições provenientes de dados coletados durante a realização do movimento (HAMILL, KNUTZEN, 2008).

A análise clínica da marcha (observação visual) é útil, porém, pouco precisa, enquanto a análise quantitativa compreende uma avaliação mais eficiente, calculando variáveis de distâncias e variáveis angulares (HAMILL, KNUTZEN, 2008; GUSTAS et al., 2013; HICKS, 2013).

O American Pit Bull Terrier é uma raça de porte grande utilizada como cão de companhia e de trabalho. Esta raça, como as demais raças grandes, pode apresentar alterações osteomusculares como displasia de coxofemoral, displasia de cotovelo, subluxação de ombro, tenossinovite de bíceps, ruptura de ligamento cruzado

(CORRIGAN, 2000), entre outras desordens como a síndrome da cauda equina e obesidade, que resultam em alterações da locomoção (BACH et al., 2015). Dor, fraqueza muscular e amplitude anormal do movimento são alguns dos fatores importantes que podem afetar a marcha (CORRIGAN, 2000). A dor tem como efeito na marcha em cães a diminuição na fase de apoio e menor contato no solo com a parte álgica. A fraqueza afeta a marcha com relação à movimentação aumentada ou diminuída na articulação quando o músculo normalmente se contrai (DeCAMP, 1997). A compensação habitualmente ocorre em outras articulações (DeCAMP, 1997; GOLDNER et al., 2015). Logo, a biomecânica pode fornecer informações importantes a fim de quantificar os movimentos normais e anormais, compreendendo a função dos membros e do corpo como um todo (HASSAN et al., 2015; ANGLE et al., 2012). Portanto, este estudo teve como objetivo estabelecer dados cinemáticos da marcha de cães hípidos da raça American Pit Bull Terrier e contribuir para a compreensão do movimento da locomoção.

## 1.2 BIOMECÂNICA

Com a popularização dos esportes caninos e a necessidade de exercícios para ajudar na luta contra obesidade, há necessidade de se avaliar a mecânica da locomoção canina (ANGLE et al., 2012). A cinesiologia é a ciência do movimento e pode ser dividida em cinemática e cinética (DeCAMP, 1997).

A biomecânica é definida como a aplicação de princípios de engenharia a sistemas biológicos, ou o estudo das forças internas e externas geradas e atuantes sobre sistemas biológicos e dos efeitos dessas forças (GRABINER, GARHAMMER, 1991). A biomecânica estuda como os movimentos do corpo dos seres vivos acontece na natureza (AMADIO, 2000).

A abordagem biomecânica sobre a análise do movimento pode ser qualitativa, com o movimento observado e descrito (inspeção visual), por um profissional qualificado na área, porém, perceber detalhes durante o ciclo da marcha pode ser impossível até mesmo para especialistas (GRABINER, GARHAMMER,

1991; GILLETTE, ANGLE, 2008; CARON et al., 2014; VILAR et al., 2016). Análise quantitativa, mensura aspecto do movimento e deve ser realizada num ambiente de laboratório controlado usando aparelhos computadorizados (GRABINER, GARHAMMER, 1991; HAMILL, KNUTZEN, 2008; TORRES et al., 2013; CARON et al., 2014; VILAR et al., 2016). Todos estes avanços na tecnologia e os novos desenvolvimentos nas abordagens terapêuticas, ajudam pesquisadores e clínicos a compreender a locomoção canina (GILLETTE, ANGLE, 2008).

A biomecânica é subdividida em dinâmica e estática. A estática estuda forças e órgãos em estado de repouso ou em velocidade constante e uniforme em linha reta. A dinâmica é o estudo do movimento em que há aceleração (GETTY, 1975). A cinética avalia forças de reação ao solo, e pode ser empregada a plataforma de força ou plataforma de pressão (McLAUGHLIN, 2001). As forças de reação ao solo são medidas da função do membro, mas não aferem a função musculoesquelética de uma articulação específica (DeCAMP, 1997). Uma única plataforma de força não permite a medida de sucessivas passadas durante a locomoção (McLAUGHLIN, 2001). Na avaliação cinemática é utilizado marcadores que localizam pontos anatômicos específicos, os dados são quantificados por meio de programas computadorizados (DeCAMP, 1997; GILLETTE, ANGLE, 2008).

É importante conhecer a função da articulação e as suas estruturas circundantes, a fim de quantificar os movimentos normais e anormais compreendendo a função dos membros e do corpo como um todo (ANGLE et al., 2012). Um importante objetivo da biomecânica também é a melhoria do desempenho (ANGLE et al., 2012; GUSTAS et al., 2013), seja de um atleta ou de um paciente recuperando-se de lesão traumática ou de esforço como a provocada pela obesidade. Isto pode ser alcançada aumentando a função e interação musculares ou até mesmo melhorando a execução da tarefa, como por exemplo caminhar ou trotar (ANGLE et al., 2012).

### 1.3 LOCOMOÇÃO CANINA

A locomoção pode ser definida como a translação de um corpo a partir de um ponto a outro por meio de movimentos característicos (BUDSBERG et al., 1987). Os animais possuem deslocamento rítmico dos movimentos do corpo, que mantém em progresso constante para frente (GILLETE; ANGLE, 2008).

O ciclo da locomoção do quadrúpede pode ser definido como uma série de eventos que incluem um passo para cada um dos quatro membros, independentemente do tipo de locomoção. O ciclo de movimento ao caminhar inclui o suporte de dois e três membros, enquanto que no trote há suporte de dois, com pares diagonais de membros em estação (DeCAMP, 1997). O ciclo da locomoção do quadrúpede pode ser definido como uma série de eventos que incluem um passo para cada um dos quatro membros, independentemente do tipo de locomoção (DECAMP, 1997).

A maneira que o cão trote e anda se assemelha a de outros carnívoros de tamanho e conformação similar (HILDEBRAND, 1968). A fase de apoio é definida como período no qual o membro toca e permanece no solo e a fase de balanço, é definida como período no qual o membro permanece no ar (BOMBONATO et al., 2005).

Muitos cães necessitam deslocar levemente o eixo do corpo durante o trote, para prevenir interferência entre os membros torácicos e pélvicos (GILLETTE, 2004).

Muitos cães precisam virar levemente o eixo do corpo no trote para prevenir a interferência entre os membros torácicos e pélvicos. O centro de gravidade no cão em posição de estação é localizado na região média do tórax atrás da escápula, sendo 60% do peso suportado pelos membros torácicos e 40% pelos membros pélvicos (GILLETTE, 2004).

Os cães, assim como o homem, escolhem uma marcha que otimiza o consumo de energia metabólica para determinada velocidade, assim, movimentando-se para frente com eficiência com mínimo gasto de energia durante esta atividade (HALL, 2000). Os animais ao caminhar tendem a coordenar os quatro membros de maneira que três estejam apoiados, como lactente que engatinha, e avança um membro quando os outros estão apoiados no solo (DECAMP, 1997).

Portanto, o estudo da cinemática pode propiciar uma ferramenta auxiliar no diagnóstico destas enfermidades e tem sido validada como instrumento útil na medicina veterinária (GILLETTE, ANGLE, 2008; FARIA et al., 2014).

#### 1.4 AVALIAÇÃO CINEMÁTICA

É de grande valia quantificar movimentos articulares normais, afim de identificar o movimento anormal e para compreender a função dos membros e do corpo como um todo (ANGLE et al., 2012; HEADRICK et al., 2014). A avaliação subjetiva da marcha canina tem sido utilizada por muitos anos. No entanto, nossa capacidade de perceber ou interpretar movimentos sutis, durante o ciclo da marcha, pode ser muito difícil e em alguns aspectos impossível, mesmo para especialistas experientes (ANGLE et al., 2012; GUSTAS et al., 2013).

Chama-se cinemática o ramo da mecânica que descreve os componentes espaciais e temporais do movimento. A descrição envolve posição, velocidade e aceleração de um corpo, sem levar em consideração as forças que causam o movimento, ou seja, utiliza variáveis separadas para descrever movimentos, como o comprimento e a frequência da passada (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001). Os movimentos podem então ser descritos com maior precisão e também podem ser comparados em termos aritméticos com desempenhos precedentes ou subsequentes (McLAUGHLIN, 2001).

Com o advento de tecnologias sofisticadas e disponíveis, atualmente existem sistemas quantitativos à disposição dos profissionais. A análise quantitativa proporciona uma representação completa, objetiva e precisa do movimento (HAMILL, KNUTZEN, 2008). Há vários métodos pelos quais são coletados dados cinemáticos para utilização numa análise quantitativa (CARR, 2014). Os movimentos são registrados por um sistema de câmeras e o software converte movimentos dos marcadores localizados nos pontos anatômicos em imagens digitais (GILLETTE, 2004). Assim, é possível quantificar articulações, ângulos, segmentos, velocidades e posições no espaço (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001; GILLETTE, 2004). O

sistema de captura pode ser bidimensional ou tridimensional (McLAUGHLIN, 2001; GILLETTE, ANGLE, 2008), que podem aferir movimentos de flexão e extensão das articulações e as variáveis tempo e distância (FOSS et al., 2012). O uso da cinemática ainda é limitado em cães em virtude do alto custo do equipamento, contudo as informações obtidas permitem obter dados objetivos e precisos, essenciais para avaliação fidedigna (BENNETT et al., 1996; DeCAMP, 1996; GILLETTE e ZEBAS, 1999; EWARD et al., 2003; OWEN et al., 2004).

Para avaliação da marcha anormal é necessário o conhecimento da marcha normal ou funcional (GROSS et al., 2000; FOSS et al., 2012; MIQUELETO et al., 2013; CARON et al., 2014). Cada marcha exige movimentos e forças diferentes e precisa ser estudada pelos médicos veterinários, a fim de avaliação correta para diagnosticar, tratar, reabilitar e devolver os animais para atividades esportivas, de lazer ou trabalho (ANGLE et al., 2012). Avaliação cinemática na natação também vem sendo estudada em cães, com intuito de fornecer informações válidas (CORUM et al., 2014).

Marghitu et al. (1996) caracterizaram a locomoção normal de seis cães greyhounds em dados cinemáticos bidimensionais. Os marcadores reflexivos foram colocados em pontos anatômicos craniodorsal da espinha íliaca, trocanter maior, epicôndilo lateral do fêmur, maléolo lateral e articulação metatarsofalangeana. Cada cão foi repetitivamente levado ao trote em trajeto linear de 10 metros. A maior velocidade angular foi da articulação femorotibial e a menor a da articulação coxal. Segundo os autores, o método permitiu uma medida quantitativa adequada do padrão de locomoção.

Em estudo realizado por Bennett et al. (1996) analisou-se cinemática tridimensional em conjunto com a plataforma de força em cães, sem raça definida, clinicamente normais (n=12) e com displasia coxofemoral (n=12), sendo avaliados no trote. Ângulos dinâmicos de flexão e extensão foram analisados nas articulações coxal, femorotibial e tarsal. Cães com displasia apresentaram alterações em ângulos de flexão e extensão em cada uma das articulações. Nestes cães, o comprimento do passo estava maior e o pico de força diminuído em relação aos animais clinicamente normais. Não observaram diferenças entre os cães quanto velocidade subjetiva, duração da passada, frequência do passo e área de impulso. Portanto, concluíram

que a análise cinemática pode ser considerada uma ferramenta objetiva e não invasiva para avaliação da locomoção de cães com displasia coxofemoral (BENNETT et al.; JONES et al., 2014).

Schaefer et al. (1998) avaliaram diferenças de simetria dos membros pélvicos em oito cães hígidos adultos utilizando análise cinemática tridimensional. Foram calculados os ângulos dinâmicos de flexão e extensão e velocidades angulares para as articulações coxofemoral, femorotibial e tarsal ao trote. Foram computadas as variáveis tempo e distância. Foram determinadas curvas médias de flexão e extensão para todas as articulações e comparadas as diferenças de movimento entre os membros pélvicos direito e esquerdo.

Um estudo de sistema de análise de movimento bidimensional foi realizado em 16 cães clinicamente normais da raça Labrador Retriever (puros ou mestiços), com idade entre 2 e 8 anos. Marcadores reflexivos foram posicionados atrás do pavilhão auricular, região dorsal do ângulo cranial da escápula, ponto dorsal da crista ilíaca e ponto lateral da tuberosidade isquiática. Nos membros torácicos os marcadores foram aplicados no tubérculo maior da articulação escapulo-umeral, no epicôndilo lateral do úmero, no processo estilóide da ulna e região lateral distal do quinto osso metacarpiano. Nos membros pélvicos foram posicionados na eminência do trocânter maior do fêmur, no meio ponto entre o epicôndilo lateral do fêmur e cabeça fibular, na proeminência lateral do maléolo da tíbia distal e no aspecto lateral do quinto metatarsiano. Avaliou-se os cães no momento do trote, nos lados direito e esquerdo, em três repetições seguidas. Após filmagem, as imagens foram captadas pelo software de análise de movimento Peak<sup>®</sup> e os parâmetros cinemáticos mensurados foram comprimento, frequência e tempo do passo, e a velocidade linear. Os parâmetros angulares incluíram deslocamento angular do ombro, cotovelo, carpo, coxal, joelho e tarso, e velocidades angulares do ombro e quadril. Não foram observadas diferenças significativas entre os movimentos de ambos os lados. Desta forma, os autores afirmaram que o trote é simétrico e o sistema bidimensional pode ser empregado como método de análise (GILLETTE; ZEBAS, 1999).

Os cães com afecções musculoesqueléticas terão sua marcha alterada de alguma forma, como por exemplo, os cães com displasia coxofemoral podem apresentar aumento do ângulo de adução e abdução coxofemoral quando,

comparados a cães saudáveis. A velocidade angular, ou seja, a velocidade em que o ângulo articular se altera, da articulação coxofemoral é maior, indicando uma compensação na marcha, levando ao desconforto biomecânico, fato atribuído também à doença articular degenerativa (POY et al., 2000).

Poy et al. (2000) analisaram por cinemática e plataforma de força, 10 cães hígidos e 19 cães de raças de grande porte com displasia coxofemoral. Os marcadores foram colocados bilateralmente na crista ilíaca, trocânter maior do fêmur, articulação femorotibial entre o epicôndilo femoral lateral e a cabeça fibular, maléolo lateral da tíbia, aspecto distolateral do quinto metatarsiano e espinha dorsal na junção toracolombar. Foram coletados os dados e calculados o grau de adição de abdução da coxofemoral, movimento do membro mediolateral, distância entre os membros pélvicos, elevação máxima do membro pélvico, movimento pélvico mediolateral e aceleração angular da coxofemoral. Os dados de movimento foram comparados entre os grupos. Os animais com displasia apresentaram maior grau de adução da articulação coxofemoral e maior amplitude de abdução-adição, além de maior movimento pélvico lateral, quando comparado ao controle. As variáveis de movimento do membro não diferiram entre os grupos. De acordo com este estudo, os achados podem sugerir uma compensação em cães displásicos, resultante de desconforto ou efeito biomecânico atribuído à displasia e doença articular degenerativa.

Bolliger et al. (2002) realizaram um estudo prospectivo, duplo-cego, para avaliar se o implante de ouro em pontos de acupuntura alivia a dor e claudicação. Dezenove cães adultos de raças grandes foram aleatoriamente designados para o tratamento ou grupo controle. Estudos cinemáticos em conjunto com a plataforma de força foram feitos antes e com 1 e 3 meses após o tratamento. Cada cão recebeu 11 marcadores e foi conduzido ao trote na velocidade controlada de 1,85 a 2,15 m/s. No grupo tratamento houve diminuição na formação do impulso de pico vertical na avaliação realizada com um mês, o que indica aumento da claudicação, sem qualquer diferença significativa entre este grupo e o controle aos três meses pós-tratamento.

Eward et al. (2003) avaliaram alterações do movimento em oito cães com restrição artificialmente induzida da articulação do carpo, por meio de análise cinemática bidimensional. Os valores foram calculados durante um ciclo completo de movimento. Diferenças significativas foram observadas no deslocamento angular, não

apenas no carpo que estava em restrição, mas também no ombro ipsilateral e joelho contralateral, demonstrando a necessidade de monitoração de outras articulações quando a articulação carpal é restringida unilateralmente por doença, coaptação ou artrodese.

Colborne et al. (2005) analisou os membros pélvicos de cães das raças Labradores e Greyhounds durante a marcha e verificou diferenças importantes na amplitude de movimento articular entre as duas raças, na qual, a raça Greyhound apresentou maior angulação articular de joelho e tarso. Foi relatado também uma grande diferença na mecânica da crista entre os dois cães estudados.

Foi avaliada a locomoção de 11 cães adultos da raça greyhound por Owen et al. (2004) utilizando as características cinemáticas das articulações do cotovelo e joelho. Marcadores reflexivos foram colocados no acrômio da escápula, epicôndilo lateral do úmero, estiloide ulnar distal, quinto metacarpiano, crista ilíaca dorsal, trocânter maior e articulação femorotibial lateral, maléolo lateral da fíbula e lateral do quinto metatarsiano. Os animais iniciaram caminhando em esteira e após 2 minutos, os cães trotaram por 2 minutos e meio. A análise foi com o software Ariel Performance Analysis System®. A média dos ângulos articulares do cotovelo e joelho não diferiram aos 30 segundos e aos 2 minutos com trote na esteira, sugerindo que múltiplas sessões de treinamento não são requeridas para análise cinemática dos cães da raça em estudo.

Angle et al. (2012) analisaram o sequenciamento geral da iniciação de movimento máximo de cães da raça Greyhounds (n=7). A metodologia utilizada no estudo selecionou animais saudáveis, utilizando ângulos articulares (cervical, ombro, cotovelo, carpo, quadril, joelho e tarso) como sistema de avaliação. Não foi utilizado meios de diagnóstico por imagem para neste estudo. O trabalho forneceu dados cinemáticos valiosos que ajuda a preencher o vazio na literatura científica em relação à iniciação de movimento máximo em um ambiente natural. Os dados contribuíram com a comunidade científica veterinária entender a cinemática do movimento para que possam treinar, diagnosticar, tratar e reabilitar os cães para atividades esportivas, recreativas ou de trabalho.

Avanços tecnológicos e os novos desenvolvimentos nas abordagens metodológicas tem ajudado pesquisadores e clínicos em adquirir melhor compreensão da locomoção canina (GILLETTE, ANGLE, 2008).

Segue abaixo o quadro de resumo dos achados cinemáticos realizados em cães.

**Quadro 1** – Resumo dos achados em estudos cinemáticos realizados em cães.

<b>Estudo</b>	<b>Raça</b>	<b>Achado</b>
MARGHITU et al. (1996)	Greyhounds	Ao trote, em análise bidimensional, a maior velocidade angular foi da articulação femorotibial e menor a da articulação coxofemoral.
BENNETT et al. (1996)	Sem raça definida	Em análise tridimensional, cães displásicos apresentaram alterações nos ângulos de flexão e extensão das articulações (coxofemoral, femorotibial e tarsal) comparados a cães clinicamente saudáveis.
SCHAEFER et al. (1998)	Sem raça definida	Em análise tridimensional, concluíram que não houve diferença entre os lados direito e esquerdo para os ângulos das articulações do membro pélvico ao trote de cães hípidos.
GILLETTE; ZEBAS (1999)	Labrador Retriever (puros ou mestiços)	Ao trote, em análise bidimensional, não foram observadas diferenças entre os lados direito e esquerdo para as articulações do membro torácico e pélvico de cães clinicamente normais.
POY et al. (2000)	Raças de grande porte	Animais com displasia apresentaram maior grau de adução da articulação coxofemoral e maior amplitude de abdução-adução.
BOLLIGER et al. (2002)	Raças de grande porte	Ao trote, a locomoção (claudicação) foi avaliada em cães com implante de ouro em pontos de acupuntura. Houve

		diminuição na formação do impulso de pico vertical no grupo tratamento, portanto, não teve diferença comparado ao grupo controle.
EWARD et al. (2003)	Sem raça definida	Através da análise bidimensional, foram observadas diferenças no deslocamento angular das articulações do carpo (restrição de movimento), ombro ipsilateral e joelho contralateral.
COLBORNE et al. (2005)	Labrador Retriever e Greyhounds	Observou-se diferenças na marcha entre as raças, na qual, a raça Greyhound apresentou maior angulação articular de joelho e tarso.
OWEN et al. (2004)	Greyhounds	Na avaliação em esteira, os cães iniciaram caminhando e depois trotaram durante 2 minutos e 30 segundos. A média dos ângulos articulares do cotovelo e joelho não diferiram entre os dois tipos de locomoção.
JARVIS et al. (2013)	Sem raça definida	Observou-se média de comprimento de passada de 1,95 m/m e velocidade de 2,4 m/s no trote. Para as médias dos valores angulares, houve menor alteração para a articulação do ombro.
MIQUELETO et al. (2013)	Pastor Alemão	Cães do grupo saudável e cães do grupo com displasia de quadril trotaram em uma esteira com velocidade constante. Observaram diferenças significativa na velocidade angular máxima e ângulo máximo da articulação do quadril (displásico > saudável) e na velocidade angular máxima da articulação do carpo (saudável > displásico).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina (protocolo 6321.2016.68).

### **2.1 LOCAL**

O estudo foi realizado no Laboratório de Biomecânica Aplicada do Departamento de Ciências do Esporte da Universidade Estadual de Londrina.

### **2.2 ANIMAIS**

#### **2.2.1 Origem**

Foram estudados 11 cães da raça American Pit Bull Terrier. Os animais foram selecionados de tutores e do Canil Hoffmann Pit, do município de Londrina/Paraná - Brasil.

#### **2.2.2 Critérios de Inclusão**

Os cães selecionados tinham idade entre 2 a 6 anos e não tinham histórico prévio de doenças articulares e osteomusculares. Dos 11 animais utilizados para análise de marcha, 4 eram fêmeas e 7 machos.

Delimitou-se Escore de Condição Corporal (ECC) entre 4 a 6, realizado por meio de inspeção e palpação direta, com base no ECC descrito por Laflamme (1997).

### 2.2.3 Critérios de Exclusão

Todos foram clinicamente examinados (exames físico geral e ortopédico), e cães com alterações como claudicação e dor articular e/ou óssea seriam excluídos do estudo.

## 2.3 COLETA DE DADOS

Marcadores reflexivos (esferas), medindo aproximadamente 1,5 centímetros de diâmetro, foram colocados nos pontos de interesse dos animais utilizando uma fita adesiva própria (3M). Estes marcadores identificam um ponto no espaço, destacando a imagem em um ambiente neutro.

Cada cão teve 20 marcadores reflexivos posicionados na pele sobre a espinha da escápula (acrômio), tubérculo maior do úmero, epicôndilo lateral do úmero, processo estiloide da ulna, cabeça do quinto metacarpo, crista ilíaca, trocânter maior do fêmur, côndilo femoral, maléolo lateral e cabeça do quinto metatarso, em ambos os lados (Figura 1).

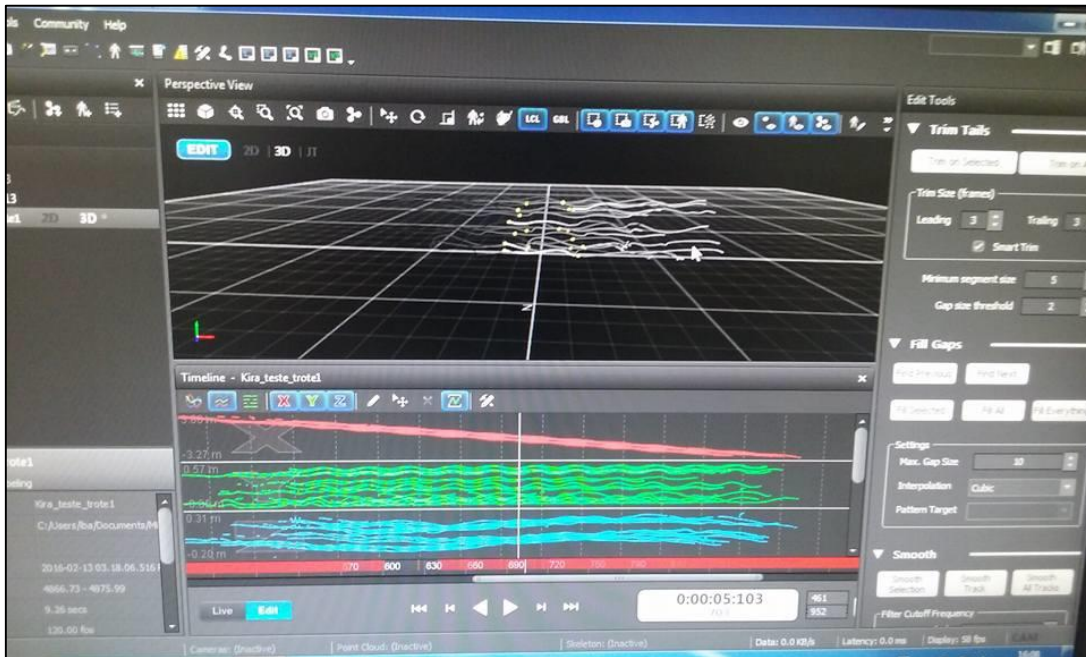
Os animais foram analisados em dois momentos distintos, caminhada e trote, sempre guiado pelo mesmo indivíduo, em um espaço linear de aproximadamente sete metros de comprimento, localizado no Laboratório de Biomecânica Aplicada da Universidade Estadual de Londrina.



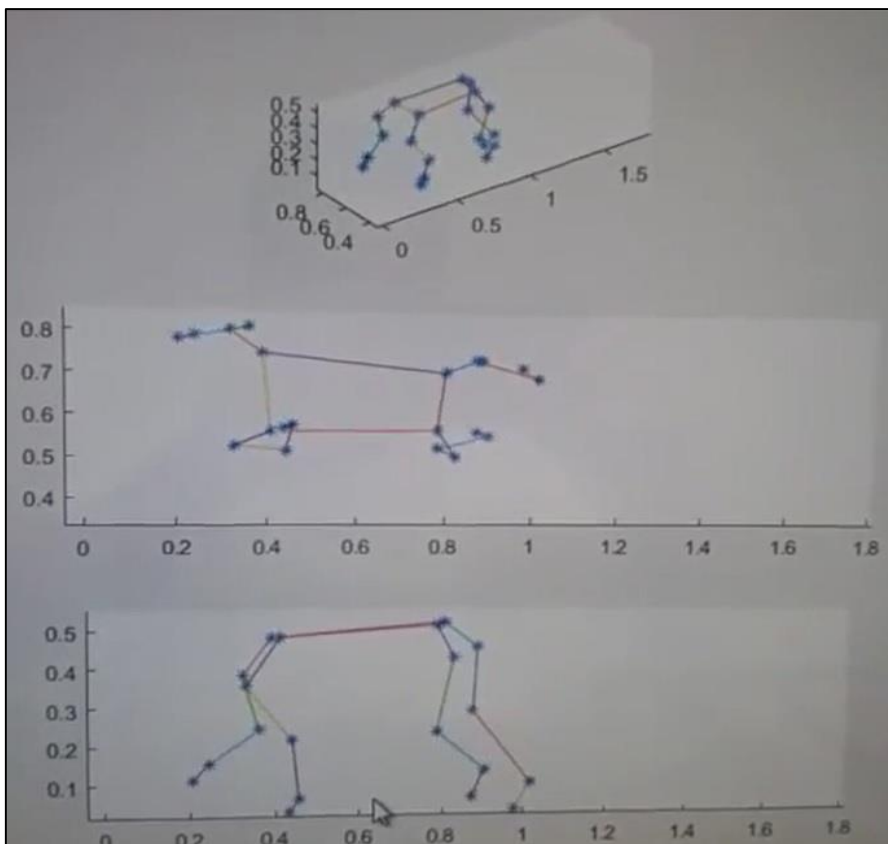
**Figura 1.** Marcadores reflexivos fixados nos pontos anatômicos para coleta das imagens. **Fonte:** do autor.

A aquisição da cinemática tridimensional foi realizada por 6 câmeras Optitrack®, com frequência de amostragem de 240 Hz, posicionadas em pontos estratégicos na sala de teste. Foram filmadas 10 tentativas para cada cão e selecionados ciclos de movimentos nos quais todos os marcadores puderam ser identificados. Quando o cão se distraiu durante a avaliação, os dados foram considerados inválidos. O sistema criou-se coordenadas tridimensionais, no qual o eixo X representou o deslocamento craniocaudal, Y o médiolateral e Z o vertical (Figura 2).

Os marcadores foram identificados e reconstruídos tridimensionalmente por meio do software Motive Body 1.8.0 (Figura 3). As coordenadas tridimensionais de cada um dos marcadores foram suavizadas por meio de um filtro digital passa-baixa Butterworth de 3º ordem e frequência de corte de 6 Hz, definida após a análise espectral (WINTER, 1979). Para a implementação das equações da cinemática, foi utilizado o software Matlab®.



**Figura 2 - Sistema Optitrack de análise de movimento. Fonte: do autor**



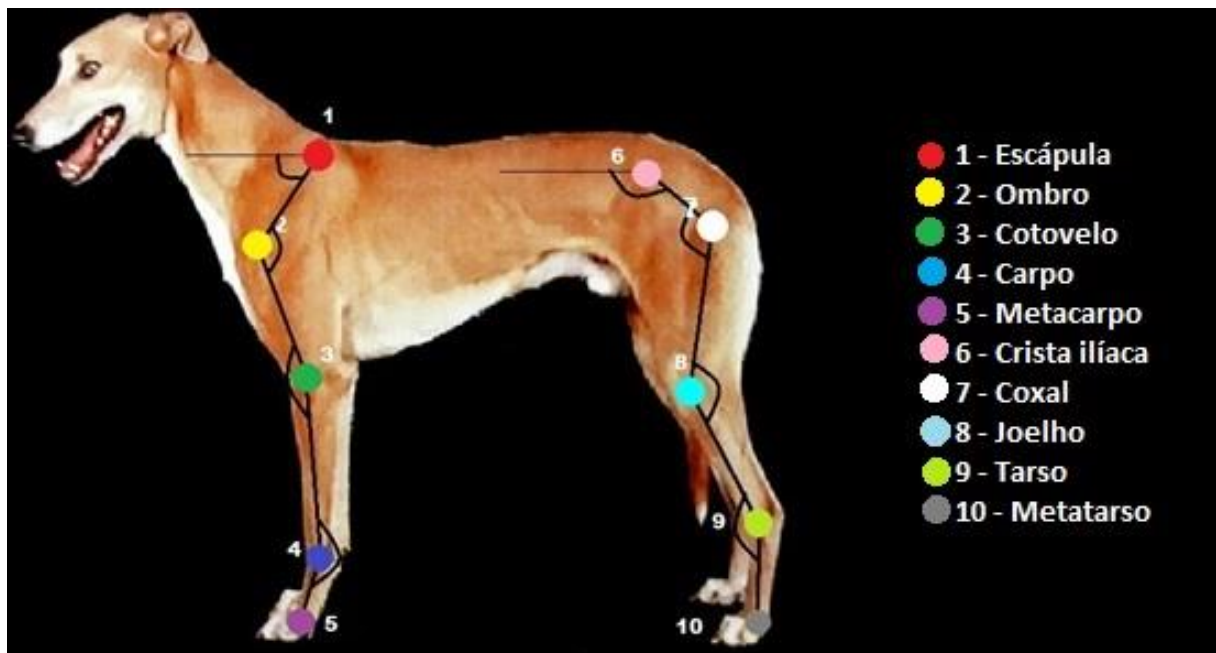
**Figura 3 – Sistema Motive Body. Reconstrução tridimensional dos marcadores. Fonte: do autor**

Os movimentos de cada articulação foram analisados a cada passo. Foram avaliados, de ambos os lados, os ângulos articulares absolutos de flexão e extensão das articulações da escápula e da crista ilíaca. Para as articulações do ombro, cotovelo, carpo, coxofemoral, joelho e tarso foram quantificados os ângulos relativos (Figura 4).

As variáveis identificadas foram:

- Ângulos máximos e mínimos de cada articulação;
- Amplitude de movimento (definida como a subtração entre o valor máximo e mínimo);
- Ângulo no primeiro instante da fase de apoio.

As variáveis espaço-temporais foram quantificadas, sendo cálculo de comprimento de passada (identificando a coordenada média tridimensional entre os pontos da escápula e crista, ou seja, distância percorrida pelo cão durante o ciclo de movimento) e velocidade da passada.



**Figura 4** – Ângulos articulares analisados. Fonte: DONE et al. (2010) adaptado.

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis analisadas não apresentaram normalidade e homocedastidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e teste de Liliefors ( $p < 0,05$ ). Dessa forma, os dados foram avaliados por testes não paramétricos e a estatística descritiva foi apresentada em medianas e quartis.

Para cada região anatômica, a comparação entre os ângulos de caminhada e de trote foi feita aos pares pelo teste Wilcoxon, com  $p < 0,05$ .

Por sua vez, a comparação entre os ângulos observados nos membros direitos e nos membros esquerdos foi feita pelo teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) em dois momentos: durante a caminhada e durante o trote.

Todas as análises foram realizadas no programa Statistica 13.0. (Statsoft).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cães selecionados eram clinicamente saudáveis, sem histórico prévio de doenças articulares e osteomusculares, com idade entre 2 a 6 anos, e escore corporal entre 4 a 6, de ambos os sexos, sendo estes critérios semelhantes aos descritos por Gillette e Zebas (1999) e Angle et al. (2012).

Estudos sobre a marcha canina analisaram cães de diferentes raças, porém, do mesmo porte (NIELSEN, 2003; MARSOLAIS, 2003). Miqueleto et al. (2013) relata que estudos cinemáticos padronizando características raciais são necessários para esclarecer como a conformação e estrutura podem afetar a função da locomoção. Em nosso estudo, a raça American Pit Bull Terrier foi selecionada por ser de porte grande, a qual é comum apresentar alterações musculoesqueléticas que resultam em alterações da locomoção (BACH et al., 2015). Além disso, a facilidade de manipulação dos animais (dóceis com seres humanos), por serem cães de pelagem

curta (fixação dos marcadores) e pela falta de estudos cinemáticos relacionados a raça, também foram levadas em consideração.

Na avaliação dos valores espaço-temporais, a média do comprimento de passada foi de  $1,41 \pm 0,12$  m/m com velocidade média de  $1,17 \pm 0,17$  m/s durante a caminhada. O comprimento de passada para o trote foi de  $1,98 \pm 0,22$  m/m com velocidade média de  $2,04 \pm 0,33$  m/s (Tabela 1).

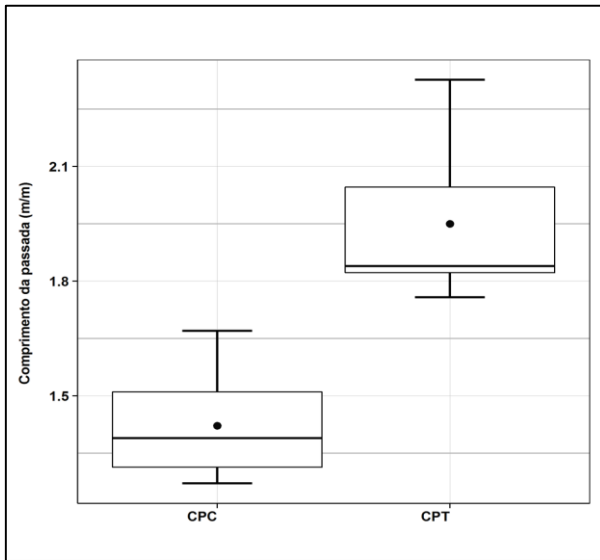
**Tabela 1** – Média e DP das variáveis espaço – temporais dos cães estudados durante a caminhada e trote, Londrina, 2016.

<b>Movimento</b>	<b>Comprimento da passada</b>	<b>Velocidade média</b>
Caminhada	$1,41 \pm 0,12$	$1,17 \pm 0,17$
Trote	$1,98 \pm 0,22$	$2,04 \pm 0,35$

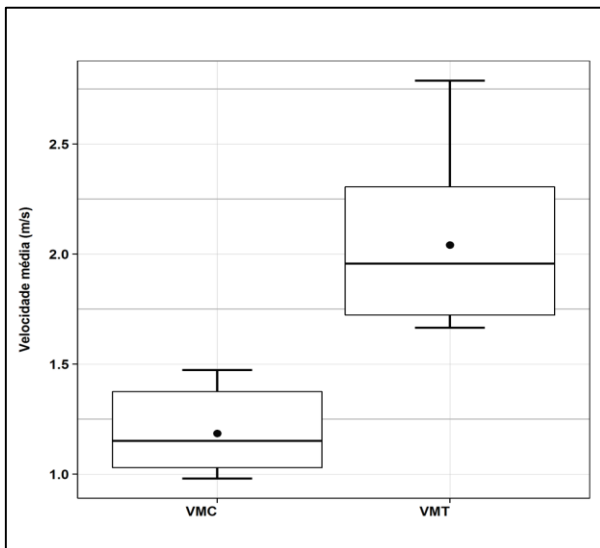
Valores relatados são média e desvio padrão (Intervalo). Foram identificadas as variáveis espaço – temporais (comprimento da passada e velocidade média) dos movimentos (caminhada e trote).

Houve menor variabilidade no comprimento e velocidade média da passada durante a caminhada, indicando um padrão mais homogêneo quando comparado com o comprimento e velocidade média da passada durante o trote (figuras 5 e 6). Os valores não estão distantes dos mensurados por Jarvis et al. (2013) que avaliaram cães de raças grandes saudáveis observando média de comprimento de passada de  $1,95 \pm 0,28$  m/m e velocidades de 2,4 m/s no trote.

A maioria dos estudos cinemáticos utilizaram esteira para avaliação da marcha com valores padronizados entre 1,80 a 2,22 m/s (BENNETT et al., 1996; POY et al., 2000), o que torna os valores espaço-temporais encontrados em nosso estudo como sendo inédito para a raça American Pit Bull Terrier, sem a utilização da esteira.



**Figura 5** – Gráfico em Box plot da variável espaço-temporal CPC (comprimento da passada para caminhada) e CPT (comprimento da passada para trote).



**Figura 6** – Gráfico em Box plot da variável espaço-temporal VMC (velocidade média para caminhada) e VMT (velocidade média para trote).

Comparando os ângulos de caminhada e de trote das articulações dos membros torácicos, verificou-se que a amplitude da escápula foi maior ( $p<0,05$ ) durante o trote quando comparada à caminhada. Os ângulos de extensão e da fase de apoio do ombro foram maiores ( $p<0,05$ ) durante a caminhada quando comparados ao trote. Porém, a amplitude do ombro foi maior ( $p<0,05$ ) no trote em relação à caminhada. O ângulo de flexão do cotovelo foi maior ( $p<0,05$ ) durante a caminhada quando comparado ao trote. Os ângulos de extensão e de amplitude do carpo foram maiores ( $p<0,05$ ) durante o trote quando comparados à caminhada. Por sua vez, o ângulo de flexão do carpo foi maior ( $p<0,05$ ) durante a caminhada (Figura 7).

		Extensão (MT)		Flexão (MT)		Amplitude (MT)		Fase de apoio (MT)	
		Caminhada	Trote	Caminhada	Trote	Caminhada	Trote	Caminhada	Trote
Membro torácico	Escápula	88.29	85.40	87.56	84.18	30.51	23.06	138.46	136.53
		72.16	72.86	76.24	77.36	22.32	19.88	125.68	130.03
		<b>64.33a</b>	<b>60.46a</b>	<b>60.67a</b>	<b>66.85a</b>	<b>19.97a</b>	<b>25.94b</b>	<b>103.04a</b>	<b>89.91a</b>
		56.54	54.46	50.68	49.53	16.30	16.85	58.72	55.75
		50.50	47.37	39.27	39.86	12.51	29.75	51.24	48.70
Ombro	153.55	157.01	126.53	112.93	36.88	45.91	131.00	157.01	
	144.29	148.05	121.85	109.45	27.14	29.57	122.18	118.73	
	<b>138.89b</b>	<b>138.25a</b>	<b>115.67a</b>	<b>116.93a</b>	<b>21.31a</b>	<b>25.71b</b>	<b>136.72b</b>	<b>133.84a</b>	
	127.96	134.16	108.62	103.84	18.24	20.93	116.81	130.78	
		120.73	118.73	99.86	126.51	6.57	5.21	144.99	141.21
Cotovelo	152.88	152.23	152.03	135.46	59.41	65.73	165.23	167.35	
	146.81	142.50	119.70	120.03	52.43	55.30	157.79	154.48	
	<b>167.65a</b>	<b>163.00a</b>	<b>111.25b</b>	<b>110.14a</b>	<b>45.22a</b>	<b>52.39a</b>	<b>141.68a</b>	<b>147.92a</b>	
	136.21	118.73	101.35	93.04	39.46	40.46	134.18	137.25	
		175.44	174.51	91.03	78.21	3.24	7.24	124.26	119.09
Carpo	207.20	221.85	228.51	219.94	167.15	205.94	234.82	237.61	
	199.83	212.95	113.06	125.46	105.58	131.73	208.85	204.38	
	<b>215.20a</b>	<b>234.01b</b>	<b>100.94b</b>	<b>99.31a</b>	<b>96.01a</b>	<b>120.91b</b>	<b>202.76a</b>	<b>192.55a</b>	
	191.01	203.47	129.15	84.51	85.87	94.07	195.96	185.54	
		243.84	277.94	76.70	66.56	2.54	18.23	182.11	132.62

**Figura 7** – Medianas, quartis e valores mínimos e máximos dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio das articulações dos membro torácicos (MT) durante a caminhada e durante o trote. Medianas com letras iguais não diferiram no teste de Wilcoxon, com  $p<0,05$ ).

Ao comparar os ângulos de caminhada e trote das articulações dos membros pélvicos, as diferenças nos ângulos entre a caminhada e o trote foram mais expressivas, detectando-se alterações na maioria das regiões anatômicas analisadas, exceto nos ângulos de extensão e de apoio dos joelhos e no ângulo de apoio do tarso, os quais não diferiram ( $p>0,05$ ) entre esses dois momentos.

Para a articulação crista ilíaca, os ângulos de extensão, de flexão e de apoio foram maiores ( $p < 0,05$ ) durante o trote. Porém, o ângulo de amplitude foi maior durante a caminhada. Para a articulação coxal, os ângulos de extensão, amplitude e apoio foram maiores durante a caminhada. Porém, o ângulo de flexão foi maior durante o trote. Para o joelho, os ângulos de extensão e apoio não diferiram entre a caminhada e o trote. A flexão do joelho foi maior durante a caminhada, enquanto a amplitude foi maior no trote. Para o tarso, os ângulos de extensão e amplitude foram maiores no trote, enquanto o ângulo de flexão foi maior durante a caminhada.

		Extensão (MP)		Flexão (MP)		Amplitude (MP)		Fase de apoio (MP)	
		Caminhada	Trote	Caminhada	Trote	Caminhada	Trote	Caminhada	Trote
Membro pélvico	Pelve	157.04	154.81	147.84	153.02	29.37	29.69	122.89	149.90
		146.48	146.17	133.85	138.48	23.41	17.10	119.49	140.47
		<b>128.71a</b>	<b>132.77b</b>	<b>128.25a</b>	<b>134.56b</b>	<b>18.61b</b>	<b>14.44a</b>	<b>130.18a</b>	<b>135.33b</b>
		117.45	124.06	123.14	128.27	14.24	12.54	97.92	125.44
		113.26	114.07	94.96	105.38	7.63	6.98	148.07	115.77
Coxal	151.40	149.95	125.13	119.56	35.81	36.31	127.57	107.69	
	137.26	130.07	106.26	104.83	32.73	29.64	113.51	119.62	
	<b>125.83b</b>	<b>121.97a</b>	<b>95.54a</b>	<b>97.46b</b>	<b>31.04b</b>	<b>24.76a</b>	<b>104.93b</b>	<b>102.27a</b>	
	123.15	115.75	93.37	89.62	27.96	22.39	101.27	94.97	
		110.70	108.00	85.34	84.41	9.79	16.26	94.25	88.59
Joelho	164.63	150.71	129.12	128.85	52.42	78.90	161.53	155.36	
	119.86	162.54	114.72	55.86	40.65	60.52	143.67	147.68	
	<b>135.42a</b>	<b>140.61a</b>	<b>100.48b</b>	<b>87.14a</b>	<b>39.11a</b>	<b>56.07b</b>	<b>133.24a</b>	<b>134.37a</b>	
	128.94	129.35	89.55	73.88	36.75	51.57	122.92	127.37	
		150.72	117.99	76.52	95.57	13.80	15.85	110.22	109.46
Tarso	168.70	165.15	132.00	115.30	51.34	78.62	143.40	148.19	
	160.65	158.78	121.09	106.75	42.95	60.58	136.52	100.60	
	<b>153.80a</b>	<b>154.27b</b>	<b>114.96b</b>	<b>99.56a</b>	<b>39.24a</b>	<b>53.48b</b>	<b>128.82a</b>	<b>132.53a</b>	
	148.54	149.51	109.64	92.07	34.31	48.22	122.46	122.54	
		142.54	141.01	100.73	80.31	11.00	31.98	109.56	139.36

**Figura 8** – medianas, quartis e valores mínimos e máximos dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio do membro pélvico (MP) durante a caminhada e durante o trote. Medianas com letras iguais não diferiram no teste de Wilcoxon, com  $p < 0,05$ ).

Os ângulos do membro torácico direito e esquerdo foram comparados durante a caminhada. Observou-se que não houve diferença entre os lados em todos os ângulos do ombro, cotovelo e carpo (Tabela 2), fato que difere do observado por Hogy et al. (2013) que avaliou nove cães saudáveis e encontrou variações dos valores articulares nas articulações distais. Na escápula, apenas a amplitude foi maior ( $p < 0,05$ ) no membro esquerdo quando comparado ao direito (Tabela 2).

Comparando os ângulos do membro pélvico direito e esquerdo durante a caminhada, não houve diferença entre os lados esquerdo e direito em todos os ângulos de todas as regiões do membro pélvico (Tabela 3).

Ao comparar os ângulos do membro torácico direito e esquerdo durante o trote, não houve diferença entre os lados nos ângulos de extensão, flexão e amplitude em todas as regiões do membro torácico. Gillette e Zebas (1999) avaliaram (análise bidimensional) 16 cães da raça Labrador Retriever puros ou mestiços, com idade entre 2 e 8 anos, clinicamente normais e observaram que não houve diferença significativa entre os movimentos dos lados direito e esquerdo nos ângulos de extensão e flexão das articulações do ombro, cotovelo, carpo. No ângulo de apoio, o ângulo do ombro direito foi maior quando comparado ao esquerdo, enquanto que o ângulo de apoio do carpo esquerdo foi maior (Tabela 4).

Durante o trote, na comparação entre os ângulos do membro pélvico direito e esquerdo, não houve diferença entre os lados em todos os ângulos de todas as regiões do membro pélvico (Tabela 5), corroborando com outros estudos em relação aos ângulos estudados (extensão e flexão) das articulações do tarso, joelho e coxal (SCHAEFER et al., 1998; GILLETTE E ZEBAS, 1999).

Portanto, o movimento do membro pélvico mostra-se simétrico ao trote e caminhada, fato relevante para estudos de cães portadores de doenças musculoesqueléticas.

**Tabela 2** - Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio das articulações do membro torácico direito e esquerdo durante a caminhada.

		Escápula		Ombro		Cotovelo		Carpou	
		D	E	D	E	D	E	D	E
Ângulo de extensão	Med	65.03 <sup>a</sup>	60.31 <sup>a</sup>	143.95 <sup>a</sup>	138.45 <sup>a</sup>	152.03 <sup>a</sup>	153.45 <sup>a</sup>	205.77 <sup>a</sup>	213.28 <sup>a</sup>
	Mín	50.50	54.22	120.73	121.02	136.21	146.05	197.01	191.01
	Máx	88.29	81.21	153.55	144.99	175.44	169.91	236.30	243.85
	Q25	61.83	56.05	128.90	125.91	143.71	149.52	200.40	199.83
	Q75	70.35	72.16	147.16	140.65	169.89	165.74	210.75	217.55
Ângulo de flexão	Med	60.67 <sup>a</sup>	54.05 <sup>a</sup>	116.74 <sup>a</sup>	112.03 <sup>a</sup>	116.29 <sup>a</sup>	110.82 <sup>a</sup>	106.98 <sup>a</sup>	114.64 <sup>a</sup>
	Mín	47.60	39.27	107.39	99.86	91.03	93.96	91.80	76.70
	Máx	87.56	81.04	125.23	126.53	151.86	152.03	228.51	197.17
	Q25	52.39	50.46	113.45	104.51	100.68	105.11	95.97	104.33
	Q75	75.49	76.24	119.12	122.04	123.31	116.50	134.46	124.91
Amplitude	Med	<b>17.33<sup>a</sup></b>	<b>21.06<sup>b</sup></b>	23.77 <sup>a</sup>	20.21 <sup>a</sup>	43.33 <sup>a</sup>	46.44 <sup>a</sup>	100.41 <sup>a</sup>	96.01 <sup>a</sup>
	Mín	12.51	14.86	6.57	17.33	3.24	7.37	2.54	9.63
	Máx	30.51	27.48	36.88	28.13	59.41	56.92	114.78	167.15
	Q25	15.62	19.39	18.24	18.46	38.80	41.49	77.10	92.42
	Q75	20.46	23.38	28.77	24.29	52.68	49.96	107.69	99.82
Fase de apoio	Med	56.79 <sup>a</sup>	56.97 <sup>a</sup>	134.40 <sup>a</sup>	129.06 <sup>a</sup>	143.98 <sup>a</sup>	144.52 <sup>a</sup>	203.31 <sup>a</sup>	202.48 <sup>a</sup>
	Mín	51.24	41.54	119.82	116.81	124.27	125.51	193.16	182.11
	Máx	68.34	78.17	144.02	144.99	164.05	165.23	234.82	215.14
	Q25	54.95	50.68	122.54	122.18	130.58	136.42	197.57	193.73
	Q75	61.54	60.23	136.72	135.30	157.77	158.88	208.54	209.24

a,b: Medianas com letras iguais não diferiram no teste de Mann-Whitney U Test, com  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** - Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio das articulações do membro pélvico direito e esquerdo durante a caminhada.

		Crista		Coxal		Joelho		Tarso	
		D	E	D	E	D	E	D	E
Ângulo de extensão	Med	125.77 <sup>a</sup>	128.87 <sup>a</sup>	136.18 <sup>a</sup>	123.60 <sup>a</sup>	141.66 <sup>a</sup>	141.48 <sup>a</sup>	152.86 <sup>a</sup>	155.51 <sup>a</sup>
	Mín	113.43	113.26	114.98	110.70	119.86	122.92	142.53	143.99
	Máx	148.30	157.04	141.25	151.40	154.04	164.63	168.70	162.59
	Q25	118.09	117.45	125.70	122.79	131.10	127.63	145.56	151.81
	Q75	146.48	150.51	137.52	125.95	152.60	147.62	166.36	160.64
Ângulo de flexão	Med	127.08 <sup>a</sup>	129.40 <sup>a</sup>	102.61 <sup>a</sup>	94.93 <sup>a</sup>	102.66 <sup>a</sup>	104.16 <sup>a</sup>	116.03 <sup>a</sup>	115.49 <sup>a</sup>
	Mín	94.96	102.27	85.34	87.82	83.02	76.52	100.73	109.32
	Máx	146.72	147.84	125.13	119.81	122.98	129.12	133.00	132.00
	Q25	123.14	126.83	94.12	92.93	90.02	89.56	104.70	111.39
	Q75	135.06	132.48	106.26	100.92	114.90	109.68	127.27	119.65
Amplitude	Med	19.85 <sup>a</sup>	18.61 <sup>a</sup>	31.79 <sup>a</sup>	29.55 <sup>a</sup>	38.68 <sup>a</sup>	39.59 <sup>a</sup>	37.42 <sup>a</sup>	41.38 <sup>a</sup>
	Mín	10.97	7.63	11.84	9.78	29.94	14.00	27.92	12.00
	Máx	29.37	27.77	36.32	35.80	44.51	52.42	50.72	51.34
	Q25	13.87	15.05	27.62	27.96	36.75	36.98	33.65	39.19
	Q75	23.09	24.57	33.21	32.37	41.64	40.07	39.52	44.99
Fase de apoio	Med	124.19 <sup>a</sup>	122.60 <sup>a</sup>	109.96 <sup>a</sup>	101.73 <sup>a</sup>	134.40 <sup>a</sup>	133.73 <sup>a</sup>	128.96 <sup>a</sup>	128.73 <sup>a</sup>
	Mín	97.92	102.27	94.25	96.46	110.22	120.76	109.56	117.44
	Máx	139.19	148.07	126.68	127.57	152.92	161.53	143.36	143.40
	Q25	119.86	115.69	107.02	100.92	122.77	123.22	122.12	124.27
	Q75	127.46	140.06	113.51	102.84	145.13	143.54	135.67	140.61

a,b: Medianas com letras iguais não diferiram no teste de Mann-Whitney U Test, com  $p < 0,05$ .

**Tabela 4** - Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio das articulações do membro torácico direito e esquerdo durante o trote.

		Escápula		Ombro		Cotovelo		Carpo	
		D	E	D	E	D	E	D	E
Ângulo de extensão	Med	65.89 <sup>a</sup>	59.89 <sup>a</sup>	144.05 <sup>a</sup>	135.53 <sup>a</sup>	149.87 <sup>a</sup>	155.19 <sup>a</sup>	215.70 <sup>a</sup>	224.59 <sup>a</sup>
	Mín	47.37	50.04	129.05	118.73	132.23	126.31	205.94	203.47
	Máx	85.40	81.60	157.01	151.95	174.51	165.85	283.74	277.11
	Q25	54.67	54.25	134.27	128.59	141.71	145.37	211.32	218.15
	Q75	70.83	77.32	148.30	141.78	171.92	162.28	247.24	235.74
Ângulo de flexão	Med	61.11 <sup>a</sup>	63.85 <sup>a</sup>	113.19 <sup>a</sup>	113.52 <sup>a</sup>	117.38 <sup>a</sup>	109.73 <sup>a</sup>	91.74 <sup>a</sup>	102.88 <sup>a</sup>
	Mín	47.04	39.86	103.84	103.91	78.21	89.20	66.60	71.17
	Máx	84.18	82.66	126.51	119.42	135.46	123.94	193.46	219.94
	Q25	49.50	49.57	109.44	109.45	86.24	100.56	83.69	84.77
	Q75	77.91	76.67	119.03	116.68	124.71	113.50	130.95	116.62
Amplitude	Med	24.09 <sup>a</sup>	23.23 <sup>a</sup>	27.10 <sup>a</sup>	21.69 <sup>a</sup>	53.46 <sup>a</sup>	51.48 <sup>a</sup>	122.34 <sup>a</sup>	120.91 <sup>a</sup>
	Mín	16.85	17.75	18.89	5.21	10.85	7.24	28.81	18.23
	Máx	29.75	29.20	45.91	37.96	65.73	59.80	203.74	205.94
	Q25	20.28	19.83	24.88	18.58	41.68	39.25	87.78	100.37
	Q75	26.12	26.49	29.27	34.93	56.77	53.98	139.56	133.88
Fase de apoio	Med	51.77 <sup>a</sup>	52.32 <sup>a</sup>	<b>137.63<sup>b</sup></b>	<b>133.24<sup>a</sup></b>	149.87 <sup>a</sup>	147.15 <sup>a</sup>	<b>187.25<sup>a</sup></b>	<b>204.29<sup>b</sup></b>
	Mín	47.04	43.47	124.39	118.73	119.10	120.20	179.02	179.32
	Máx	63.67	63.85	157.01	150.73	169.32	156.09	237.61	219.94
	Q25	48.70	50.08	132.98	128.59	137.04	137.47	184.49	198.13
	Q75	58.65	57.67	143.49	135.15	164.25	153.31	191.63	206.49

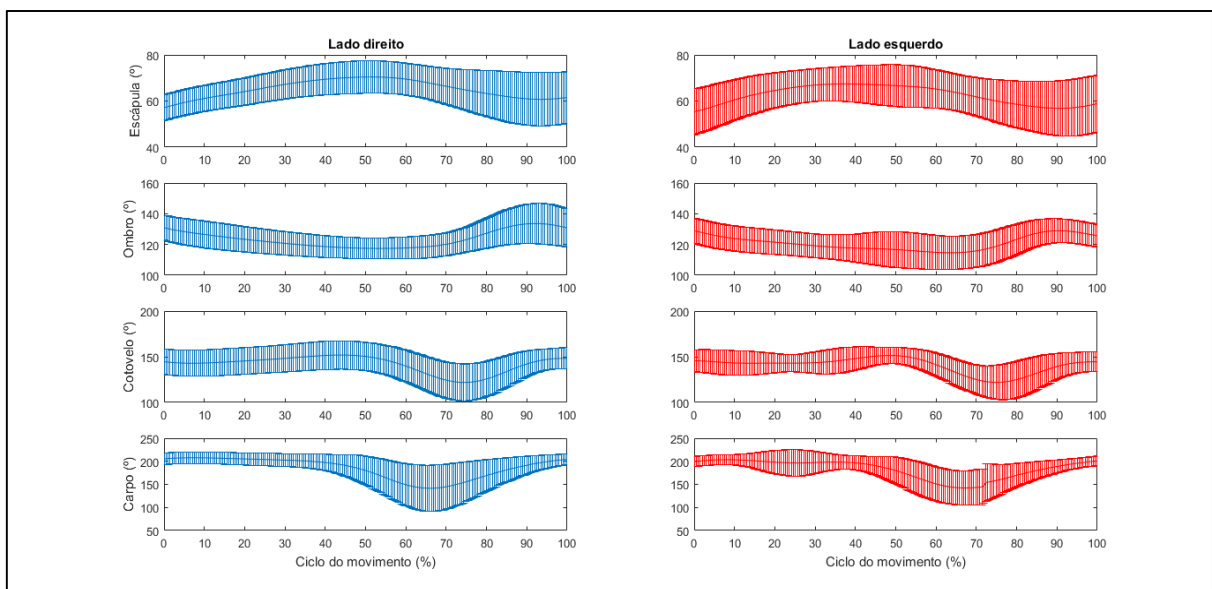
a,b: Medianas com letras iguais não diferiram no teste de Mann-Whitney U Test, com  $p < 0,05$ .

**Tabela 5** - Medianas (Med), quartis (Q25-Q75) e valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) dos ângulos de extensão, flexão, amplitude e apoio das articulações do membro pélvico direito e esquerdo durante o trote.

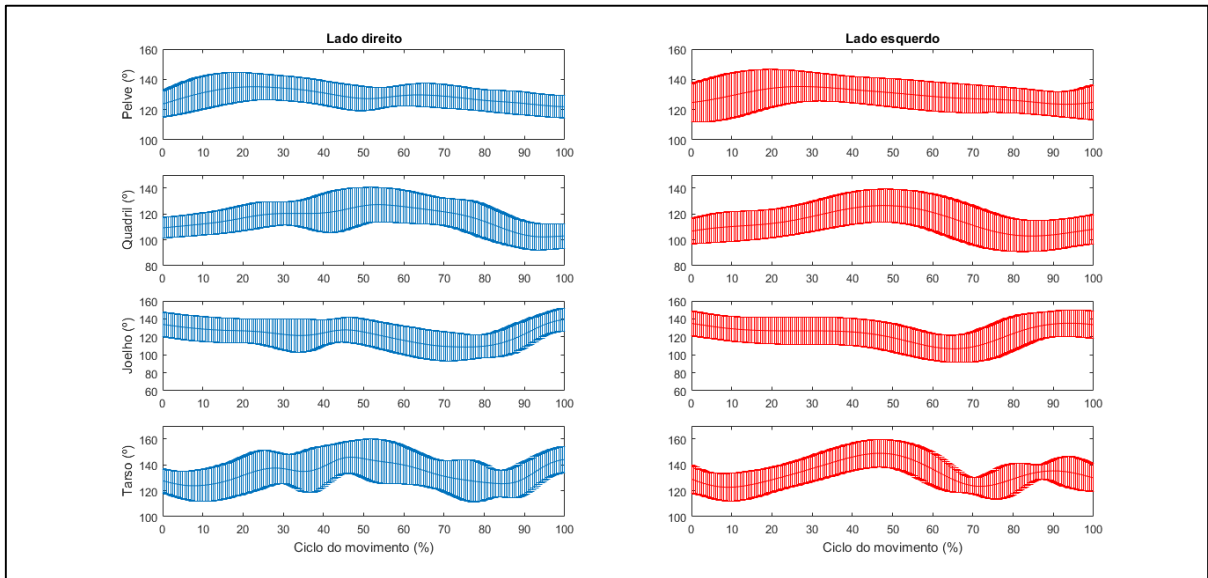
		Crista		Coxal		Joelho		Tarso	
		D	E	D	E	D	E	D	E
<b>Ângulo de extensão</b>	Med	132.95 <sup>a</sup>	137.02 <sup>a</sup>	128.49 <sup>a</sup>	118.42 <sup>a</sup>	149.87 <sup>a</sup>	140.74 <sup>a</sup>	155.38 <sup>a</sup>	154.47 <sup>a</sup>
	Mín	122.84	114.07	108.00	114.24	117.99	123.98	141.37	141.01
	Máx	154.81	152.86	142.04	149.95	155.95	162.54	165.15	159.75
	Q25	126.22	122.32	112.24	116.02	129.45	129.26	150.09	148.93
	Q75	146.03	151.83	131.15	123.36	153.58	149.63	163.04	158.13
<b>Ângulo de flexão</b>	Med	130.27 <sup>a</sup>	137.36 <sup>a</sup>	101.52 <sup>a</sup>	95.49 <sup>a</sup>	93.20 <sup>a</sup>	87.82 <sup>a</sup>	99.20 <sup>a</sup>	102.48 <sup>a</sup>
	Mín	105.38	110.20	84.41	85.63	63.05	55.86	80.31	83.66
	Máx	150.54	153.02	119.56	113.64	108.96	128.85	115.30	109.03
	Q25	127.57	128.56	87.21	90.71	68.75	77.26	95.53	90.50
	Q75	135.64	138.66	105.53	102.17	96.41	92.43	111.38	105.48
<b>Amplitude</b>	Med	16.29 <sup>a</sup>	14.32 <sup>a</sup>	24.87 <sup>a</sup>	22.95 <sup>a</sup>	55.79 <sup>a</sup>	56.59 <sup>a</sup>	52.33 <sup>a</sup>	54.80 <sup>a</sup>
	Mín	6.98	11.37	22.15	16.26	42.02	15.85	44.47	31.98
	Máx	29.68	18.39	34.11	36.31	69.26	78.90	78.62	73.68
	Q25	11.66	13.82	23.87	19.60	52.30	48.05	48.55	46.33
	Q75	18.93	16.00	28.41	33.48	60.89	60.64	55.13	60.93
<b>Fase de apoio</b>	Med	135.57 <sup>a</sup>	129.04 <sup>a</sup>	106.56 <sup>a</sup>	99.48 <sup>a</sup>	145.23 <sup>a</sup>	134.76 <sup>a</sup>	135.30 <sup>a</sup>	130.86 <sup>a</sup>
	Mín	118.25	115.77	88.59	89.49	117.99	109.46	114.88	100.60
	Máx	142.20	149.90	119.62	119.43	151.74	155.36	147.98	148.19
	Q25	132.07	123.64	92.65	95.95	128.45	125.09	125.42	118.35
	Q75	137.26	143.90	107.78	104.34	149.39	141.76	140.12	134.36

a,b: Medianas com letras iguais não diferiram no teste de Mann-Whitney U Test, com  $p < 0,05$ .

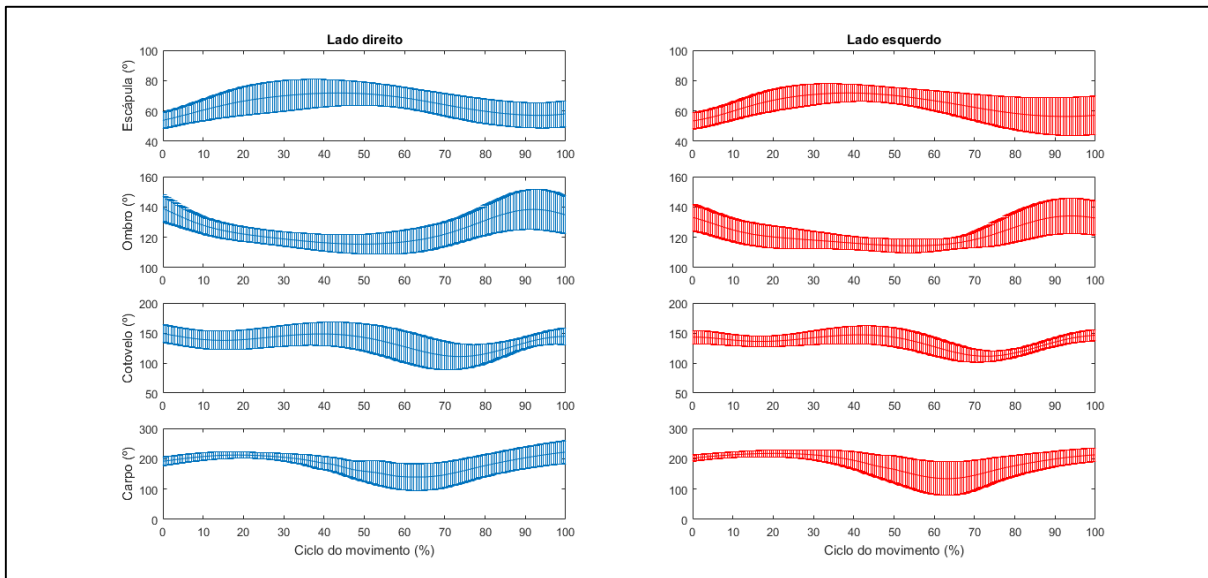
Os movimentos de flexão e extensão são representados por séries temporais que descreve a passada total. No movimento articular dos membros dos cães, a diminuição da curva corresponde a diminuição do ângulo e o aumento da curva indica aumento do ângulo articular (Figuras 9, 10, 11 e 12). Cada articulação apresentou padrões característicos de movimentos articulares. Sendo que, os valores angulares máximos ocorreram durante a extensão e valores angulares mínimos ocorreram durante a máxima flexão (Tabela 6 e 7), corroborando com o estudo de SILVA (2006), que avaliou os valores angulares da marcha de cães saudáveis da raça Golden Retriever.



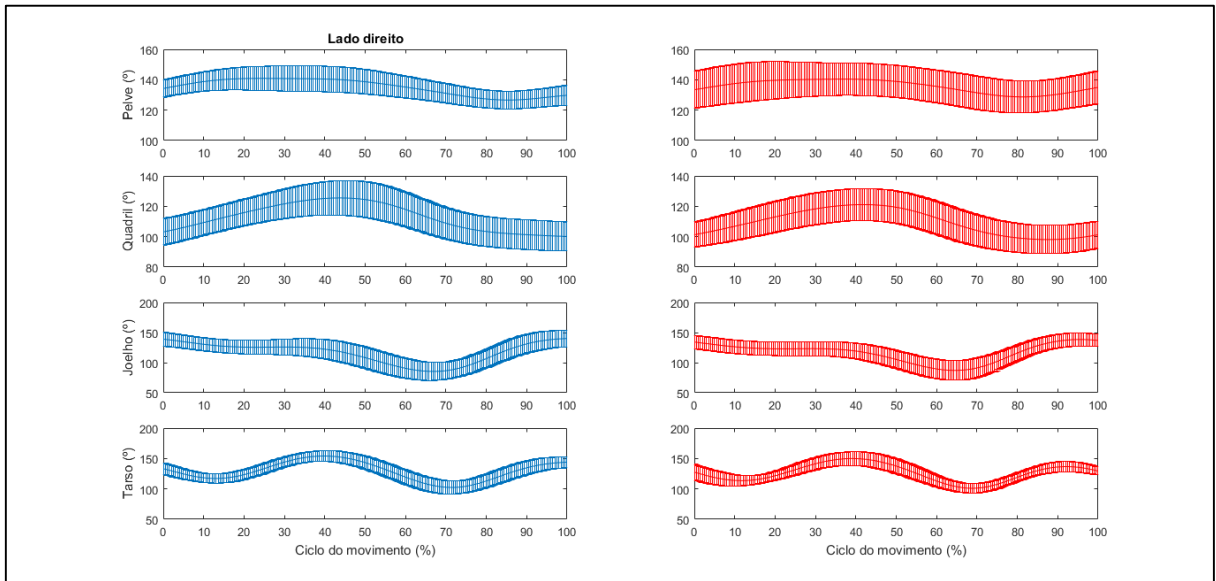
**Figura 9** - Movimento articular de membros torácicos dos seis cães estudados durante a caminhada. Fonte: do autor.



**Figura 10** - Movimento articular de membros pélvicos dos seis cães estudados durante a caminhada. Fonte: do autor.



**Figura 11** - Movimento articular de membros torácicos dos oito cães estudados durante o trote. Fonte: do autor.



**Figura 12** - Movimento articular de membros pélvicos dos oito cães estudados durante o trote.  
**Fonte:** do autor.

**Tabela 6** – Valores dos ângulos articulares dos cães da raça American Pit Bull Terrier estudados durante a caminhada, Londrina, 2016.

Articulações	Lado	Extensão (máx-min)	Flexão (máx-mín)	Amplitude	Fase apoio
Escápula	Direito	65,8 ± 9,4 (88,2-50,5)	64 ± 13,1 (87,5-47,5)	18,2 ± 4	58,2 ± 5,1
	Esquerdo	64,5 ± 9,5 (81,2-54,2)	60,7 ± 15 (81-39,2)	21,4 ± 3,5	56,8 ± 9,7
Ombro	Direito	139,5 ± 10,1 (153,5-120,7)	116,3 ± 5,3 (125,2-107,3)	23,1 ± 8,5	131,3 ± 7,9
	Esquerdo	134,6 ± 8,3 (144,9-121)	113,2 ± 9,2 (126,5-99,8)	21,4 ± 3,6	129 ± 8,6
Cotovelo	Direito	155,7 ± 14 (175,4-136,2)	115,6 ± 17,2 (151,8-91)	40,1 ± 18,2	144,1 ± 14
	Esquerdo	156,4 ± 8,5 (169,9-146)	113,4 ± 15,6 (152-93,9)	43 ± 13,9	145,6 ± 12,8
Carpo	Direito	207,8 ± 10,7 (236,3-197)	128,2 ± 47,6 (228,5-91,7)	79,6 ± 42	205 ± 11,2
	Esquerdo	211 ± 12,3 (243,8-191)	120 ± 30,3 (197,1-76,6)	90,9 ± 34,3	201,3 ± 9,7
Crista	Direito	130,8 ± 14,2 (148,3-113,4)	127,2 ± 10,9 (146,7-94,9)	19,1 ± 5,4	123,9 ± 9,3
	Esquerdo	132,6 ± 15,8 (157-113,2)	127,7 ± 11,8 (147,8-102)	19,1 ± 5,8	125,8 ± 13,1
Coxal	Direito	131,9 ± 8,7 (141,2-114,9)	101,7 ± 10,1 (125,1-85,3)	30,2 ± 5,7	109,5 ± 8,1
	Esquerdo	127,9 ± 11 (151,3-110,7)	98,9 ± 10,4 (119,8-87,8)	29 ± 5,4	105,5 ± 10
Joelho	Direito	140,6 ± 12,4 (154-119,8)	102,2 ± 14,2 (122,9-83)	38,3 ± 4,2	133,3 ± 13,3
	Esquerdo	140 ± 13,2 (164,6-122,9)	102,1 ± 14,4 (129,1-76,5)	37,9 ± 7,6	134,9 ± 12,2
Tarso	Direito	154,1 ± 9,4 (168,7-142,5)	116 ± 11,5 (132,9-100,7)	38 ± 6,6	128,2 ± 9
	Esquerdo	155,7 ± 5,4 (162,5-143,9)	116,1 ± 5,9 (131,9-116,1)	39,8 ± 8,3	130,4 ± 8,6

Valores relatados são média e desvio padrão (Intervalo). Foram identificadas as variáveis dos ângulos máximos e mínimos para extensão e flexão, amplitude de movimento (definida como a subtração entre o valor máximo e mínimo e ângulo no primeiro instante na fase de apoio.

**Fonte:** do autor

**Tabela 7** – Valores dos ângulos articulares dos cães da raça American Pit Bull Terrier estudados durante o trote, Londrina, 2016.

Articulações	Lado	Extensão (máx-min)	Flexão (máx-mín)	Amplitude	Fase apoio
Escápula	Direito	63,9 ± 11,6 (85,3-47,3)	63,8 ± 14,7 (84,1-47)	23,2 ± 3,8	53,7 ± 5,4
	Esquerdo	64,5 ± 11,6 (81,5-50)	62,2 ± 14,6 (82,6-39,8)	23 ± 3,5	53,3 ± 5,3
Ombro	Direito	142,4 ± 8,5 (157-129)	114 ± 6,3 (126,5-103,8)	28,4 ± 7,1	139 ± 8,7
	Esquerdo	135,9 ± 9,5 (151,9-118,7)	112,7 ± 4,7 (119,4-103,9)	23,1 ± 10,3	133,1 ± 8,7
Cotovelo	Direito	154,6 ± 16,3 (174,5-132,2)	107,3 ± 20,6 (135,4-78,2)	47,3 ± 16,8	149,2 ± 14,8
	Esquerdo	151,7 ± 12 (165,8-126,3)	108,5 ± 9,5 (123,9-89,2)	43,2 ± 17,7	143,1 ± 11,2
Carpo	Direito	227,7 ± 25,5 (283,7-205,9)	107,5 ± 39,3 (193,4-66)	120,2 ± 52,8	191,4 ± 13,7
	Esquerdo	229,5 ± 19,1 (277,1-203,4)	119,3 ± 50,1 (219,9-71,1)	110,2 ± 53,8	201,7 ± 10,3
Crista	Direito	135,5 ± 10,6 (154,8-122,8)	135,7 ± 10,4 (150,5-105,3)	15,7 ± 6	134,2 ± 5,6
	Esquerdo	135,6 ± 14,8 (152,8-114)	134,2 ± 10,6 (153-110,1)	14,5 ± 1,9	133,4 ± 12,1
Coxal	Direito	126 ± 11 (142-108)	99,6 ± 9,5 (119,5-84,4)	26,3 ± 3,4	103,1 ± 8,7
	Esquerdo	122,1 ± 10 (149,9-114,2)	96,6 ± 8,2 (113,6-85,6)	25,4 ± 6,6	101,2 ± 8,2
Joelho	Direito	141,4 ± 12,8 (155,9-117,9)	84,5 ± 15 (108,9-63)	56,9 ± 6,6	138,9 ± 11,6
	Esquerdo	140,5 ± 10,2 (162,5-123,9)	85,9 ± 16,1 (128,8-55,8)	54,5 ± 12,2	134,2 ± 11,1
Tarso	Direito	155,6 ± 7,4 (165,1-141,3)	100,5 ± 10,9 (115,2-80,3)	55 ± 10,1	133,2 ± 9,5
	Esquerdo	153 ± 5,8 (159,7-141)	99 ± 7,8 (109-83,6)	54 ± 10,2	127,5 ± 12,8

Valores relatados são média e desvio padrão (Intervalo). Foram identificadas as variáveis dos ângulos máximos e mínimos para extensão e flexão, amplitude de movimento (definida como a subtração entre o valor máximo e mínimo e ângulo no primeiro instante na fase de apoio.

**Fonte:** do autor

Durante o trote, as médias dos valores angulares encontrados na fase de apoio para a articulação do ombro foram de 139 graus  $\pm$  8,7 (lado direito) e 133 graus  $\pm$  8,7 (lado esquerdo). Para articulação do tarso foram 133,2 graus  $\pm$  9,5 (lado direito) e 127,5 graus  $\pm$  12,8. Ambos os resultados são semelhantes as médias dos valores encontrados por Jarvis et al. (2013), que comparou 24 cães do grupo controle com 26 cães amputados do membro torácico. A média foi de 135 graus  $\pm$  12,9 (articulação do ombro) e 131,2 graus  $\pm$  9,6 (articulação do tarso) nos animais não amputados. Sugere-se que a articulação do ombro por ser uma articulação mais proximal e por ter estruturas musculares mais proeminentes, possui menor alteração angular.

Em nosso estudo as médias para a articulação do carpo foi 191,4 graus  $\pm$  13,7 (lado direito) e 201,7 graus  $\pm$  10,3 (lado esquerdo). Para articulação da crista ilíaca foi de 134,2 graus  $\pm$  5,6 (lado direito) e 133,4  $\pm$  12,1 (lado esquerdo). Observou-se uma diferença de valores encontrados por Jarvis et al. (2013) que foi de 211,6 graus  $\pm$  10 (articulação do carpo) e 112,1 graus  $\pm$  10,3 (articulação da crista). O maior valor de amplitude de movimento foi da articulação do carpo tanto para a caminhada (direito: 79,6 graus; esquerdo: 90,9 graus) quanto para o trote (direito: 120,2 graus; esquerdo: 110,2 graus), corroborando com Jarvis et al. (2013) que também observou maior amplitude de movimento para articulação do carpo (323 graus). Porém, é notável uma diferença dos valores de amplitude entre os estudos. Os autores não padronizaram uma raça específica, o que pode justificar as diferenças entre os estudos.

SILVA (2006), em análise bidimensional, observou na caminhada de cães hípidos da raça Golden Retriever, valores angulares da articulação do carpo com média de flexão de 97,99 graus  $\pm$  9,43. Na extensão o ângulo aumentou para 204,52 graus  $\pm$  6,67. Comparando ao nosso estudo, teve diferença notável para a flexão da articulação do carpo que foi de 128,2 graus  $\pm$  47,6 (lado direito) e 120 graus  $\pm$  30,3 (lado esquerdo).

A média de flexão da articulação do tarso no estudo de SILVA (2006) foi de 120,04 graus  $\pm$  4,3. Na extensão a média foi de 144,20 graus  $\pm$  3,59. A articulação coxal apresentou média de flexão de 103,65 graus  $\pm$  10,14 e na extensão o ângulo aumentou para 137,65 graus  $\pm$  8,56. Comparando ao nosso estudo, a média de flexão da articulação do tarso foi de 116 graus  $\pm$  11,5

(lado direito) e  $116,1 \text{ graus} \pm 5,9$  (lado esquerdo). Na extensão o ângulo aumentou para  $154,1 \text{ graus} \pm 9,4$  (lado direito) e  $155,7 \text{ graus} \pm 5,4$  (lado esquerdo). A articulação coxal apresentou-se média de  $101,7 \text{ graus} \pm 10,4$  (lado direito) e  $98,9 \text{ graus} \pm 10,4$  (lado esquerdo) durante flexão, para extensão a média foi de  $131,9 \text{ graus} \pm 8,7$  (lado direito) e  $127,9 \text{ graus} \pm 11$  (lado esquerdo).

Rodrigues (2011) avaliou a marcha de seis cães da raça Golden Retriever, afetados pela distrofia muscular, durante a caminhada. A média de flexão do ângulo articular do carpo foi de  $122,60 \text{ graus} \pm 11,45$  e na extensão foi  $149,90 \text{ graus} \pm 19,35$ . A média de flexão para articulação coxal foi de  $121,40 \text{ graus} \pm 11,86$ , na extensão a média aumentou para  $150,50 \text{ graus} \pm 20,17$ . Para articulação do joelho, a média de flexão foi de  $121,20 \text{ graus} \pm 12,46$  e para extensão foi de  $146 \text{ graus} \pm 18,62$ . Comparado ao nosso estudo, foi observado uma notável diferença entre os valores das articulações do carpo (extensão), coxal (flexão e extensão), e joelho (flexão). Essa diferença pode ser devido a afecção (distrofia muscular) e/ou por serem raças diferentes. Diante do exposto, são necessários mais estudos cinemáticos em cães, padronizando raças e afecções que possam alterar a marcha para esclarecer como a conformação e a estrutura podem afetar a função.

Este estudo trabalhou com marcador reflexivo externo por não ser invasivo, porém, fatores como artefatos de movimento do tecido mole ou o deslocamento de marcadores na pele pode ser um inconveniente (HOGY et al. 2013), e isto pode contribuir com variações em estudos prévios.

Nielsen et al. (2003) realizaram análise de marcha pelo sistema bidimensional e tridimensional de membros torácicos de cães hígdos e afirmaram que existem diferenças notáveis entre essas análises, como por exemplo, as curvas de excursão articular, por serem tecnologias totalmente diferentes. O nosso estudo foi em sistema tridimensional, no entanto não comparamos com o sistema bidimensional (KIM et al., 2008).

Poucos estudos utilizaram a cinemática na avaliação da marcha em cães. A variabilidade de tamanho e conformação pode promover resultados inadequados, já que o padrão de locomoção pode variar entre raças. Sendo assim, estudos adicionais utilizando outros cães com as mesmas características morfológicas e o mesmo protocolo seriam importantes para determinar a viabilidade do método (MIQUELETO et al., 2013).

## 4 CONCLUSÃO

Este estudo descreve a primeira análise cinemática realizada em cães hípidos da raça American Pit Bull Terrier.

Estudos cinemáticos da locomoção podem ser úteis para caracterizar a marcha de cães hípidos, identificar doenças musculoesqueléticas e avaliar progressão de tratamentos, seja esse clínico ou cirúrgico.

Ao comparar os ângulos entre caminhada e trote, verificou-se diferenças mais expressivas para as articulações dos membros pélvicos.

Não houve diferença entre os lados esquerdo e direito em todos os ângulos articulares dos membros pélvicos durante a caminhada e trote. Portanto, o movimento do membro pélvico mostra-se simétrico tanto ao trote quanto à caminhada, fato relevante para estudos de cães portadores de doenças musculoesqueléticas.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. M.; PERRY, J. Análise da marcha: aplicação clínica. In: ROSE, J.; GAMBLE, J. G. **Marcha humana**. São Paulo: Premier, 1998. p.147-164.
- AGOSTINHO, FELIPE STEFAN. **Avaliação cinemática em cães**. Revisão. Botucatu, 2009. 20p. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Medicina Veterinária, Área de Atuação: Clínica Médica de Pequenos Animais) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- AMADIO, A. C. **Fundamentos biomecânicos para análise do movimento humano**. São Paulo: Laboratório de Biomecânica – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 1996. p.9-86.
- AMADIO, A. C. Metodologia Biomecânica para o estudo das forças internas ao aparelho locomotor: importância e aplicações no movimento humano. (In) AMADIO, A. C.; BARBARATI, V. J., (Orgs). **A Biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares**. São Paulo, Editora Estação Liberdade, 2000. P.45-70.
- ANGLE, T. C.; GILLETTE, R. L.; WEIMAR, W. H. Kinematic analysis of maximal movement initiation in Greyhounds. **Australian Veterinary Journal**. vol. 90, n.3, 2012.
- BACH, M.; VILLANOVA JUNIOR, J. A.; TASQUETI, U. I.; PIMPÃO, C. T.; PRADO, A. M. B.; MICHELLOTTO, P. V. Estudo retrospectivo de cães portadores de ruptura do ligamento cruzado cranial: 32 casos (2006 a 2012). **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p.1409-1418, 2015.
- BENNETT, R. L.; DeCAMP, C. E.; FLO, G. L.; HAUPTMAN, J. G.; STAJICH, M. Kinematic gait analysis in dogs with hip dysplasia. **Am. J. Vet. Res.**, v. 57, n. 7, p. 966 – 971, 1996.
- BERTRAM, J. E. A.; LEE, D. V.; CASE, H. N.; TODHUNET, R. J. Comparison of the trotting gaits of Labrador Retriever and Greyhound. **American Journal Veterinary Research**, v.61, n.7, p.832-838, 2000.
- BOLLIGER C.; DeCAMP C. E.; STAJICH M.; FLO G. L.; MARTINEZ S. A.; BENNETT R. L. et al. Gait analysis of dogs with hip dysplasia treated with gold bead implantation acupuncture. **Vet Comp Orthop Traumatol**. 2002;15:116-22.

BOMBONATO, P.; MORAES, V.V.; OLIVEIRA, M.A.R.G. Biomecânica canina. In: MIKAIL, S.; PEDRO, C.R. **Fisioterapia Veterinária**. São Paulo: Manole, 2005, p. 13-17.

BUDSBERG, S. C.; VERSTRAETE, M. C.; SOUTAS-LITTLE, R. W. Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. **Am J Vet Res**, 1987; 48:915-918.

CARON, A.; CALEY, A.; FARRELL, M.; FITZPATRICK, N. Kinematic gait analysis of the canine thoracic limb using a six degrees of freedom marker set: Study in normal Labrador Retrievers and Labrador Retrievers with medial coronoid process disease. **VCOT Journal**. ed.6, p.461-469, 2014.

CARR, J. G. **Cut-off values for gait variables to detect forelimb lameness in individual dogs**. Diss., Purdue University, 2014.

CORRIGAN, V.; MAITLAND, G. D. **Prática clínica ortopedia e reumatologia: diagnóstico e tratamento**. São Paulo: Premier, 2000. p.114.

CORUM, C. P.; WICHTOWSKI, M.; HETTS, S.; ESTEP, D.; BERTONE, J. J. Swimming Kinematic and Flotation Analysis of Conscious and Sedated Dogs Using 3 Canine Flotation Devices. **Elsevier**. v.29, ed.4, p.102-108, 2014.

DECAMP, C.E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, 27(4): 825-841, 1997.

DONE, Stanley H. et al. **Atlas colorido de anatomia veterinária do cão e do gato**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

EWARD, C.; GILLETTE, R. EWARD, W. Effects of unilaterally restricted carpal range of motion on kinematic gait analysis of the dog. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol**. p.158-163, 2003.

FARIA, L. G.; RAHAL, S. C.; AGOSTINHO, F. S.; MINTO, B. W.; MATSUBARA, L. M.; KANO, W. T.; CASTILHO, M. S.; MESQUITA, L. R. Kinematic analysis of forelimb and hind limb joints in clinically healthy sheep. **BMC Veterinary Research**. 10:294, 2014.

FOSS, K.; Da COSTA, R. C.; MOORE, S. Three-Dimensional Kinematic Gait Analysis of Doberman Pinschers with and without Cervical Spondylomyelopathy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v.27, ed.1, p.112-119, 2012.

GALINDO-ZAMORA, V.; Von BABO, V.; EBERLE, N.; BETZ, D.; NOLTE, I.; WEFSTAEDT, P. Kinetic, kinematic, magnetic resonance and owner evaluation of dogs before and after the amputation of a hind limb. **BMC Veterinary Research**. 2016.

GILLETTE, R. L. Gait analysis. In: MILLIS, D.L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R.A. **Canine rehabilitation and physical therapy**. Philadelphia: Sanders, 2004. Chap. 11. p.201-210.

GILLETTE, R. L.; ANGLE, T. C. Recent developments in canine locomotor analysis. **The Veterinary Journal**, v.178, n.2, p.165-176, 2008.

GILLETTE, R. L.; ZEBAS, C. J. A two-dimensional analysis of limb symmetry in the trot of Labrador retrievers. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.**, n.35, p.515-520, 1999.

GOLDNER, B.; FUCHS, A.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Kinematic adaptations to tripedal locomotion in dogs. **Veterinary Journal**. v.204, ed.2, 2015.

GOLBORNE, G. R.; INNES, J. F. COMEFORD, E. J.; OWEN, M. R.; FULLER, C. J. Distribution of power across the hind limb joints in Labrador Retrievers and Greyhounds. **American Journal Veterinary Research**, v.66, n.9, p. 1563-1571, 2005.

GRABINER, M. D.; GARHAMMER, J. Análise e avaliação do desempenho do movimento humano. In: RASCH, P. J. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. 7. ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan S. A. cap. 15. p.175-182. 1991.

GROSS, J.; FETTO, J.; ROSEN, E. **Exame musculoesquelético**. Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 420.

GUSTAS, P.; PETTERSSON, K.; HONKAVAARA, S.; LAGERSTEDT, A-S.; BYSTRÖM, A. Kinematic and temporospatial assessment of habituation of Labrador retrievers to treadmill trotting. **Veterinary Journal**. v.198, sup.1, p.114-119, 2013.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 2. ed. Barueri. Editora Manole. cap. 1 p.3-30. 2008.

HASSAN, E.; LAMBRECHTS, N. E.; MOORE, G. E.; WENG, H-Y.; HENG, H. G.; BREUR, G. J. Development of a model to induce transient synovitis and lameness in the hip joint of dogs. **American Journal of Veterinary Research**. v.76, n.10, p.869-876, 2015.

HICKS, D. A. **Kinetic and kinematic evaluation of compensatory movements of the head, pelvis and thoraco-lumbar spine associated with asymmetrical weight bearing of the pelvic limbs in dogs**. PhD diss., University of Tennessee, 2013.

HEADRICK, J. F.; ZHANG, S.; MILLARD, R. P.; ROHRBACH, B. W.; WEIGEL, J. P.; MILLIS, D. L. Use of an inverse dynamics method to compare the three-dimensional motion of the pelvic limb among clinically normal dogs and dogs

with cranial cruciate ligament-deficient stifle joints following tibial plateau leveling osteotomy or lateral fabellar-tibial suture stabilization. **American Journal of Veterinary Research**. v.75, n.6, p.554-564, 2014.

HOGY, S. M.; WORLEY, D. R.; JARVIS, S. L.; HILL, A. E.; REISER, R. F.; HAUSSLER, K. K. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a pelvic limb. **American Journal of Veterinary Research**. v.74, n.9, p.1164-1171, 2013.

JARVIS, S. L.; WORLEY, D. R.; HOGY, S. M.; HILL, A. E.; HAUSSLER, K. K.; REISER, R. F. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a thoracic limb. **American Journal of Veterinary Research**. v.74, n.9, p.1155-1163, 2013.

JONES, S. C.; KIM, S. E.; BANKS, S. A.; CONRAD, B. P.; ABBASI, A. Z.; TREMOLADA, G. LEWIS, D. D.; POZZI, A. Accuracy of noninvasive, single-plane fluoroscopic analysis for measurement of three-dimensional femorotibial joint poses in dogs. **American Journal of Veterinary Research**. v.75, n.5, p.477-485, 2014.

KIM, J.; RIETDYK, S.; BREUR, G.J. Comparison of two-dimensional and threedimensional systems for kinematic analysis of the sagittal motion of canine hind limbs during walking. **Am. J. Vet. Res.**, v.69, n.9, p.1116-1122, 2008.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs: a clinical tool. **Canine Practice**, Santa Barbara, v. 22, n. 3, p. 10- 15, 1997.

MARSOLAIS, G. S.; MC LEAN, S.; DERRICK, T.; CONZEMIUS M. G. Kinematic analysis of the hind limb during swimming and walking in healthy dogs and dogs with surgically corrected cranial cruciate ligament rupture. **Journal American Veterinary Medical Association**, v.222, n. 6, p. 739-743, 2003.

McLAUGHLIN, R. M. Kinetic and Kinematic gait analysis in dogs. **Vet Clin. North Am. Small Anim. Pract.**, p.193-201, 2001.

MEIJER, O. G. Making things: introduction to the history of movement Science. In: LATASH, M. L.; ZATSIORSKY, V. N. M. **Classics in movement science**. USA: Human Kinects, 2001. p. 11-12.

MIQUELETO, N. S. M. L.; RAHAL, S. C.; AGOSTINHO, F. S.; SIQUEIRA, E. G. M.; ARAÚJO, F. A. P.; EI-WARRAK, A. O. Kinematic analysis in healthy and hip-dysplastic German Shepherd dogs. **Veterinary Journal**. v.195, ed.2, p.210-215, 2013.

NIELSEN, C.; STOVER, S. M.; SCHULZ, K. S.; HUBBRD, M.; HAWKINS, D. A. Two dimensional link segment model of the forelimb of dogs at a walk. **American Journal Veterinary Research**, v.64, n.5, p.609-617, 2003.

OWEN, M.R.; RICHARDS, J.; CLEMENTS, D.N.; DREW, S.T.; BENNET, D.; CARMICHAEL, S. Kinematics of the elbow and stifle joints in greyhounds during treadmill trotting – an investigation of familiarization. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol.** v.17, p.141-145, 2004.

POY N. S. J.; DeCAMP C. E.; BENNETT R. L.; HAUPTMAN J. G. Additional kinematic variables to describe differences in the trot between clinically normal dogs and dogs with hip dysplasia. **Am J Vet Res.** 2000;61:974-8.

RENBERG, W. C. Evaluation of the lame patient. **Vet Clin North Am Small Anim Pract.** 2001;31:1-16.

RODRIGUES, E. A. F. **Validação de modelo biomecânico de marcha para uso em testes pré-clínico com células tronco.** 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SCHAEFER, S. L.; DeCAMP, C. E.; HAUPTMAN, J. G.; WALTON, A. Kinematic gait analysis of hind limb symmetry in dogs at the trot. **Am. J. Vet. Res.**, v.59, n.6, p.680-695, 1998.

SILVA, G. C. A. **Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis.** 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TORRES, B. T.; MOËNS, N. M. M.; AI-NADAF, S.; REYNOLDS, L. R.; FU, Y. C.; BUDSBERG, S. C. Comparison of overground and treadmill-based gaits of dogs. **American Journal of Veterinary Research.** v.74, n.4, p.535-541, 2013.

VILAR, J. M.; RUBIO, M.; CARRILLO, J. M.; DOMINGUEZ, A. M.; MITAT, A. BATISTA, M. Biomechanic characteristics of gait of four breeds of dogs with different conformations at walk on a treadmill. **Journal of Applied Animal Research.** v.44, ed.1, p.252-257, 2016.