

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**PARÂMETROS CINÉTICOS E TÊMPORO-ESPACIAIS DE  
GATOS CLINICAMENTE SAUDÁVEIS**

**MIRELA RIBEIRO VERDUGO**

**Botucatu – SP  
2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**PARÂMETROS CINÉTICOS E TÊMPORO-ESPACIAIS DE  
GATOS CLINICAMENTE SAUDÁVEIS**

**MIRELA RIBEIRO VERDUGO**

Dissertação apresentada junto ao  
Programa de Pós-Graduação em Medicina  
Veterinária para obtenção do título de  
Mestre.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Titular Sheila Canevese Rahal

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSANGELA APARECIDA LOBO**

Verdugo, Mirela Ribeiro.

Parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais de gatos clinicamente saudáveis /  
Mirela Ribeiro Verdugo. – Botucatu : [s.n.], 2012

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Sheila Canevese Rahal

Capes: 50501003

1. Gato - Pesquisa. 2. Locomoção animal - Pesquisa. 3. Gato como animal  
de laboratório.

Palavras-chave: Felino; Locomoção; Medida objetiva; Plataforma de pressão.

## *Dedicatória*

Aos meus pais, Deoclécio e Eunice. Vocês são os meus guerreiros favoritos, e meus ícones de vitória. A vocês dedico todas as conquistas da minha vida.

Aos animais: os meus, os pacientes, os participantes desse estudo, os sem dono, os felizes, os que sofrem, os pequenos, os grandes, os selvagens. Todas as etapas, até aqui, têm seus nomes.

## *Agradecimentos*

Aos meus pais, que me amaram desde que eu era só uma esperança, e que me proporcionaram todas as oportunidades que tive, mesmo aquelas das quais eles mesmos careceram. Que me ensinaram a amar a justiça e a bondade, e que tentam, até hoje, plantar paciência no meu coração. Deoclécio e Eunice, obrigada! Amo vocês!

Aos meus padrinhos, Etevaldo (Tio Dado) e Marilene (Tia Lena). Eu tive a sorte de vir ao mundo com dois pais e duas mães, e vocês fazem muita falta! Obrigada pelos conselhos, pelo gosto pela leitura, pelas técnicas de cozinha que me permitiram sobreviver aqui, tão longe dos seus olhos zelosos. Amo vocês!

Aos meus avós João (*in memorian*), Adelina (*in memorian*), Teresinha (*in memorian*) e Zico (*in memorian*). Foram vocês que moldaram as memórias doces da minha infância. Amo vocês!

Aos meus bichos Plutão, Nino, Mel, Salsicha, Julie, Scratch (*in memorian*), Tigresa (*in memorian*) e Toco (*in memorian*). Aprendi com vocês a amar sem querer nada em troca. Aprendi que coisas boas e indivíduos importantes devem ser valorizados agora. Amo vocês!

Aos meus queridos amigos! E são tantos! Os velhos amigos, Érika Fuzinelli, Camila Zanchim, Evandro Baquim. Aos amigos que são muito próximos, apesar da distância, Érica Miguita, Rogério Terciotte, Karen Utsunomia, Edivane Araújo. Aos amigos da faculdade, e tão amigos que são, acabam família: Sugs, Guela, Rolão, Milagre, Ricotinha, Inglês, Baleia. Obrigada pelo apoio e amizade de tantos e tantos anos!

Às meninas do Lar do Brioko Seco, Pâmela, Selene e Leila. Por toda ajuda, por toda amizade, vocês são as melhores companhias que alguém pode querer. Leilinha, em especial para você, agradeço por todos os momentos de desabafo, risadas, por todas as aulas de boxe, e por todos os fuscas azuis. Você faz uma falta tremenda!

À minha querida amiga Letícia Peternelli, agradeço por toda ajuda com os gatos, pela excelente companhia pra tomar um tereré ouvindo Tião Carreiro,

por todos os momentos sérios e descontraídos, e por acreditar que as coisas vão dar certo no final.

À Veronica Govoni, sem você, certamente, esse estudo não se concluiria. Obrigada por se meter em encrencas atrás de gatos comigo, e por ter a paciência necessária para o nosso trabalho. Obrigada pela companhia de excelente qualidade, e um brinde à nova amizade!

À minha orientadora Sheila Canevese Rahal, pela oportunidade e confiança, e pela ajuda a todos os gatinhos que não puderam participar desse estudo por não estarem em perfeitas condições de saúde.

Ao Felipe Agostinho, por seus ensinamentos, por sua disposição em ajudar, pela elevada capacidade em resolver nossos problemas no Cevam.

Aos grandes mestres que tive nessa Universidade, que me ensinaram a ser Médica Veterinária, e que até hoje me dão excelentes exemplos profissionais e humanos.

Ao meu professor e amigo Antônio Carlos Paes, que acreditou em mim quando eu era uma caloura perdida no Hospital Veterinário, que me ensinou desde uma auscultação ao exame neurológico, e me apresentou a esse mundo de tratos e vias, e a quem eu tenho profunda admiração.

A todos os residentes, alunos de pós graduação e funcionários do Hospital Veterinário e da FMVZ, em especial aos residentes e alunos de pós graduação da Cirurgia de Pequenos Animais e Radiologia.

A todos os animais desse estudo, que vinham sempre muito assustados, que muitas vezes não tinham donos, ou eram vítimas de abandono, muito obrigada pela paciência comigo. Vocês me ensinaram muito sobre os gatos.

A todos os proprietários, agradeço a paciência e disposição dispensadas para a realização desse estudo.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*, pela plataforma de baropodometria (Processo 2009/18299-7).

**ODE AO GATO**

Os animais foram  
imperfeitos,  
compridos de rabo, tristes  
de cabeça.  
Pouco a pouco se foram compondo,  
fazendo-se paisagem,  
adquirindo pintas, graça vôo.  
O gato,  
só o gato apareceu completo  
e orgulhoso:  
nasceu completamente terminado,  
anda sozinho e sabe o que quer.  
O homem quer ser peixe e pássaro,  
a serpente quisera ter asas,  
o cachorro é um leão desorientado,  
o engenheiro quer ser poeta,  
a mosca estuda para andorinha,  
o poeta trata de imitar a mosca,  
mas o gato  
quer ser só gato  
e todo gato é gato do bigode ao rabo,  
do pressentimento à ratazana viva,  
da noite até os seus olhos de ouro.  
Não há unidade  
como ele,  
não tem  
a lua nem a flor  
tal textura:  
é uma coisa  
só como o sol ou o topázio,  
e a elástica linha em seu contorno

firme e sutil é como  
a linha da proa de uma nave.  
Os seus olhos amarelos  
deixaram uma só  
ranhura  
para jogar as moedas da noite.  
Oh pequeno imperador sem orbe,  
conquistador sem pátria,  
mínimo tigre de salão, nupcial  
sultão do céu  
das telhas eróticas,  
o vento do amor  
na intempérie  
reclamas  
quando passas  
e pousas  
quatro pés delicados  
no solo,  
cheirando,  
desconfiando  
de todo o terrestre,  
porque tudo  
é imundo  
para o imaculado pé do gato.  
Oh fera independente  
da casa, arrogante  
vestígio da noite,  
preguiçoso, ginástico e alheio,  
profundíssimo gato,  
polícia secreta  
dos quartos,  
insígnia de um  
desaparecido veludo,



certamente não há  
enigma na tua maneira,  
talvez não sejas mistério,  
todo o mundo sabe de ti e pertences  
ao habitante menos misterioso  
talvez todos acreditem,  
todos se acreditem donos,  
proprietários, tios  
de gato, companheiros, colegas,  
discípulos ou amigos do seu gato.  
Eu não.  
Eu não subscrevo.  
Eu não conheço o gato.  
Tudo sei, a vida e o seu arquipélago,  
o mar e a cidade incalculável,  
a botânica  
o gineceu com os seus extravios,  
o pôr e o menos da matemática,  
os funis vulcânicos do mundo,  
a casca irreal do crocodilo,  
a bondade ignorada do bombeiro,  
o atavismo azul do sacerdote,  
mas não posso decifrar um gato.  
Minha razão resvalou na sua indiferença,  
os seus olhos têm números de ouro

*(Pablo Neruda)*

But the wildest of all the wild animals was the Cat. He walked by himself, and all places were alike to him.

*(Rudyard Kipling in The cat that walked by himself)*

# Glossário

**ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO:** Método para diagnosticar o modo como os indivíduos andam.

**TEMPO DE APOIO:** Período da marcha quando o pé está em contato com a superfície.

**BALANÇO:** Período do ciclo de marcha quando o pé não está em contato com o solo.

**ELETROMIOGRAFIA:** Um sistema para registrar sinais mioelétricos.

**FORÇAS DE REAÇÃO DO SOLO:** Forças registradas por uma plataforma de força gerada pela queda do peso corporal ou ação muscular conforme o indivíduo anda pela área da superfície.

**PASSADA:** Intervalo no ciclo da marcha entre dois contatos iniciais seqüenciais com o mesmo pé.

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, entre os lados direito e esquerdo, dos membros torácicos dos gatos.....	27
<b>Tabela 2</b> – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, entre os lados direito e esquerdo, dos membros pélvicos dos gatos machos e fêmeas.....	27
<b>Tabela 3</b> – Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, dos membros torácicos e pélvicos, entre os gatos machos e fêmeas.....	28
<b>Tabela 4</b> – Taxa de simetria entre lados e máxima porcentagem de assimetria dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, dos membros torácicos e pélvicos, incluindo gatos machos e fêmeas.....	29
<b>Tabela 5</b> - Comprimento dos membros torácicos e pélvicos (cm) entre os gatos machos e fêmeas.....	30
<b>Tabela 6</b> – Índices de correlação de Pearson entre valores têmporo-espaciais e cinéticos e o comprimento dos membros torácicos e pélvicos (cm), incluindo os gatos machos e fêmeas.....	30

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Locomoção do gato sobre a plataforma de pressão – vista lateral.....	22
<b>Figura 2</b> – Locomoção do gato sobre plataforma de pressão – vista frontal.....	24

VERDUGO, M.R. **Parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais de gatos clinicamente saudáveis**. Botucatu, 2012. 89p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## **RESUMO**

O estudo teve por objetivo comparar parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais, em gatos machos e fêmeas clinicamente saudáveis, com o emprego de uma plataforma de pressão. Foram utilizados 18 gatos adultos, sem raça definida, divididos em dois grupos: Grupo 1 - 10 machos, com peso variando entre 3,1 e 6,8Kg; Grupo 2 - oito fêmeas, com peso variando entre 3,3 e 4,75Kg. Os parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais foram aferidos com emprego de uma plataforma de pressão de 1.951mm x 447 mm. Para cada animal foram selecionadas cinco trilhas válidas, que foram consideradas válidas se o gato caminhou na velocidade de 0,54 até 0,74 m/s e aceleração de -0,20 e 0,20 m/s<sup>2</sup>. Foram determinados o Pico de Força Vertical (PFV), o Impulso Vertical (IV), a duração do ciclo da passada completa, o tempo de apoio, o tempo de balanço, o comprimento da passada e a distribuição do peso para os quatro membros. Para cada grupo, não foram observadas diferenças entre os lados direito e esquerdo, tanto nos membros pélvicos como torácicos. Para ambos os grupos, o PFV, o IV e a distribuição de peso foram estatisticamente maiores para o membro torácico que o membro pélvico. Com exceção do comprimento da passada, que foi maior para os machos, as demais variáveis não apresentaram diferenças entre os grupos. Houve diferença no comprimento dos membros torácicos e pélvicos, sendo maior para os gatos machos. Houve correlação entre o comprimento da passada e o comprimento dos membros. Foi possível concluir que entre os gatos machos e fêmeas a única diferença observada foi no comprimento da passada, conseqüente ao maior tamanho corpóreo dos gatos machos. Essa diferença não foi suficiente para interferir nos valores cinéticos e demais parâmetros têmporo-espaciais.

**Palavras-chave:** Plataforma de pressão; Locomoção; Medida objetiva; Felino.

VERDUGO, M.R. **Kinetic and temporospatial parameters of healthy cats.** Botucatu, 2012. 89p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to compare kinetic and temporospatial parameters in clinically healthy male and female cats with a pressure-sensing walkway. Eighteen crossbred adult cats were divided into two groups: G1 – ten male cats weighing 3.1-6.8 kg; G2 – eight female cats weighing 3.3-4.75 kg. The data from the first five valid trials were collected for each cat. A trial was considered valid if the cat walked within the velocity of 0.54-0.74 m/s and acceleration from -0.20 to 0.20 m/s<sup>2</sup>. The peak vertical force (PVF), vertical impulse (VI), gait cycle time, stance time, swing time, stride length, and the percentage body weight distribution among the four limbs were determined. For each group, no significant differences were observed, in either the forelimbs or the hind limbs, between the left and right sides for any of the variables. For both groups PVF (%BW), **VI, and** percentage of body weight distribution were higher to forelimbs than hind limbs. Except the stride length that was larger for male, the other kinetic and temporospatial variables did not show any statistical significance between groups. There was difference in the lengths of the forelimbs and hind limbs that were larger in male cats. There was correlation between stride length and length of the limbs. In conclusion, the only difference observed between males and female cats was the stride length, and this was due to greater body size of male cats. The difference was not enough to interfere in the kinetic data and other temporospatial parameters.

**Key words:** Pressure platform; Locomotion; Objective measurement; Feline.

## Sumário

LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
<b>Resumo</b> .....	xiii
<b>Abstract</b> .....	xiv
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	2
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	5
2.1 Métodos de análise da locomoção .....	5
2.2 Estudos clínicos e experimentais com plataformas de pressão .....	10
2.3 A locomoção do gato.....	18
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	22
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
4.1 Animais e ambiente de experimentação.....	24
4.2 Coleta dos dados cinéticos e têmporo-espaciais.....	24
4.3 Comprimento dos membros.....	27
4.4 Taxa de simetria e máxima porcentagem de assimetria.....	27
4.5 Análise estatística.....	27
<b>5 RESULTADOS</b> .....	29
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	41
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	48



# ***INTRODUÇÃO***

# 1 INTRODUÇÃO

A análise da locomoção instrumentada em pequenos animais tem sido mais frequentemente aplicada em cães, em geral por métodos cinéticos, cinemáticos, ou combinação dos mesmos (McLAUGHLIN, 2001; BUDSBERG e THOMAS, 2006; GILLETTE e ANGLE, 2008; GORDON-EVANS, 2012). Com isso tem se aumentado a compreensão sobre as Forças de reação do solo e os ângulos articulares assim como os parâmetros temporais e lineares, possibilitando uma melhor aplicação clínica da análise da locomoção (GILLETTE e ANGLE, 2008; GORDON-EVANS, 2012), a despeito da restrição desses sistemas a laboratórios em virtude do custo e complexidade.

Por sua vez, a análise da locomoção em gatos, na maioria das vezes, é realizada por métodos subjetivos, especialmente visuais, em sala fechada ou por avaliação de filmagens realizadas no ambiente habitual da casa, visto esses animais não aceitarem a condução com guia e a recusa de se moverem livremente em um ambiente desconhecido (STEFFEN, 2009).

A cinética avalia as forças geradas durante e resultante do ciclo da locomoção, sendo as forças de reação do solo e as forças de reação articular as de maior interesse (NUNAMAKER e BLAUNER 1985; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; McLAUGHLIN, 2001). As forças de reação do solo são úteis para prever, descrever e avaliar alterações da locomoção, e o êxito funcional (NUNAMAKER e BLAUNER 1985; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; GORDON-EVANS, 2012).

As medidas de reação ao solo em pequenos animais têm sido obtidas principalmente pelo emprego de plataforma de força, porém o uso do sistema de plataforma de pressão tem se intensificado pelos seguintes motivos: permitir coletar os dados de passadas sequenciais e poder ser aplicado em cães de menor porte e gatos (BESANCON et al., 2003; ROMANS et al., 2004; ROMANS et al., 2005; BUDSBERG e THOMAS, 2006; LASCELLES et al., 2006; LASCELLES et al., 2007; GILLETTE e ANGLE, 2008; LeQUANG et al., 2010; LIGHT et al, 2010; KIM et al., 2011; GORDON-EVANS, 2012). Existem diferenças entre os valores absolutos de força obtidos com a plataforma de

força e aqueles obtidos com a plataforma de pressão, que são em geral mais baixos (BESANCON, et al. 2003; BUDSBERG e THOMAS, 2006; LASCELLES et al., 2006; OOSTERLINCK et al., 2010). Assim, a comparação e a coleta de dados com diferentes instrumentos devem ser evitadas (OOSTERLINCK et al., 2010; CASTRO et al., 2011).

Em pequenos animais, as forças verticais são as mais estudadas na análise da locomoção (DeCAMP, 1997; BUDSBERG e THOMAS, 2006; FANCHON e GRANDJEAN, 2007; GILLETTE e ANGLE, 2008; GORDON-EVANS, 2012; GUILLOT et al., 2012) e as passíveis de avaliação pela plataforma de pressão (BESANCON et al. 2003; HORSTMAN et al., 2004; ROMANS et al., 2004; ROMANS et al., 2005; BUDSBERG e THOMAS, 2006; LASCELEES et al., 2006; LASCELLES et al., 2007). Além das forças de reação do solo, os parâmetros temporais e de distância da locomoção, tais como comprimento e tempo da passada, tempo de apoio, porcentagem de tempo de apoio, tempo de balanço, e velocidade também podem ser usados (LIGHT et al., 2010; KIM et al., 2011; AGOSTINHO et al., 2012).

Entretanto, diversos fatores podem influenciar na coleta dos dados cinéticos (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001; GORDON-EVANS, 2012), incluindo a conformação e massa corpórea (BUDSBERG et al., 1987; DeCAMP, 1997; VOSS et al., 2011). Sendo assim, a presente pesquisa visou avaliar parâmetros cinéticos e têmporo-espacias, em gatos machos e fêmeas clinicamente saudáveis, usando uma plataforma de pressão. A hipótese foi que podem ocorrer variações nesses parâmetros associado ao sexo ou conformação corpórea.

***REVISÃO DA LITERATURA***

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Métodos de análise da locomoção**

Os métodos quantitativos de análise da locomoção oferecem maior precisão sem os vieses inerentes de uma análise subjetiva (DeCAMP, 1997; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; GORDON-EVANS, 2012). Entre as principais áreas de estudo da locomoção estão às informações relativas à eletromiografia, cinemática e cinética (NUNAMAKER e BLAUNER, 1985; ANDERSON e MANN, 1994; KERRIGAN et al., 1998; SOUZA et al., 2007). Especialmente nos laboratórios para pacientes humanos há uma integração de forma sincronizada dos sistemas cinemático, cinético, barométrico e eletromiográfico (SOUZA et al., 2007).

A eletromiografia é importante na definição da atividade elétrica muscular que controla os movimentos durante a locomoção (NUNAMAKER e BLAUNER, 1985; SOUZA et al., 2007). Com esse método é possível observar a variação do potencial elétrico muscular, que acontece entre eletrodos (AMADIO e SERRÃO, 2007). O sinal eletromiográfico pode ser aferido por eletrodos aplicados no interior do músculo ou sobre a pele (eletromiografia de superfície) (SOUZA et al., 2007; GILLETTE e ANGLE, 2008). Deve-se, no entanto, realizar um processo seletivo prévio para determinar quais os grupos musculares ativos serão analisados durante o movimento (AMADIO e SERRÃO, 2007).

A cinemática avalia os parâmetros cinemáticos da locomoção, sem considerar as forças que causam o movimento (KERRIGAN et al., 1998; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; SOUZA et al., 2007). Para que as informações sejam adquiridas, faz-se necessário a identificação de pontos anatômicos estratégicos por meio da aplicação de marcadores aplicados geralmente sobre a pele, que tornarão os eixos internos dos segmentos escolhidos visíveis para a captura das imagens (SOUZA et al., 2007;

GILLETTE e ANGLE, 2008). Existem marcadores considerados passivos, que refletem a luz, e os ativos responsáveis pela emissão de luz ao sensor (KERRIGAN et al., 1998; GILLETTE e ANGLE, 2008). As imagens obtidas das trajetórias dos marcadores são processadas por sistema computacional e a informação é apresentada ao pesquisador (SOUZA et al., 2007).

Os dados cinemáticos consistem de variáveis temporais, lineares e angulares (CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; McLAUGHLIN, 2001; SOUZA et al., 2007). As variáveis temporais descrevem a duração da passada e os padrões de coordenação do membro (DeCAMP, 1997; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001). Dados da distância computados das coordenadas dos marcadores combinados com a informação da calibração permitem descrever o comprimento da passada e as distâncias entre as colocações dos membros (CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001). Os dados angulares descrevem os deslocamentos, velocidades e acelerações dos segmentos corporais e articulações (CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; GORDON-EVANS, 2012).

A cinética é o estudo das forças que são responsáveis pelos movimentos (KERRIGAN et al., 1998; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; SOUZA et al., 2007). As forças de reação do solo durante a locomoção podem ser registradas usando plataformas de força e também plataformas de pressão (CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; McLAUGHLIN, 2001; BUDSBERG e THOMAS, 2006; BESANCON et al., 2003; GORDON-EVANS, 2012).

A plataforma de força consiste de elementos sensitivos cobertos por uma placa no topo (ANDERSON e MANN, 1994; McLAUGHLIN, 2001). Quando o indivíduo pisa na plataforma de força, a magnitude da força é medida pela deflexão dos elementos sensitivos (McLAUGHLIN, 2001). É fornecido um sinal elétrico proporcional à força aplicada (AMADIO e SERRÃO, 2007). Uma das limitações do sistema para pequenos animais é a incapacidade de aferir eventos sucessivos durante a locomoção, a menos que se utilizem múltiplas plataformas de força (ANDERSON e MANN, 1994; GORDON-EVANS, 2012). Salienta-se ainda que quando as plataformas de força são integradas a uma esteira, a velocidade é precisa e constante, e a aceleração pode ser controlada (GORDON-EVANS, 2012).

As variáveis mensuradas pela plataforma de força incluem a duração do apoio, a magnitude das forças vertical, mediolateral e craniocaudal,

o momento da ocorrência das forças de pico, o impulso e o ponto de aplicação da força (DeCAMP, 1997; CLAYTON e SCHAMHARDT, 2001; McLAUGHLIN, 2001; GILLETTE e ANGLE, 2008). A força é geralmente relatada em Newtons ou kilogramas de força e o tempo como segundos de tempo de apoio (McLAUGHLIN, 2001). Mudanças no pico de força, impulso ou declive, e a avaliação da simetria da distribuição de peso entre membros proporciona informação sobre a função do membro (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001; GORDON-EVANS, 2012).

Por sua vez, a plataforma de pressão, com 2 metros de comprimento, permite a leitura simultânea das forças criadas pelos diferentes membros quando em contato com a sua superfície, o que reduz o número de trilhas (BESANCON et al., 2003; BUDSBERG e THOMAS, 2006; GORDON-EVANS, 2012). Além disso, o sistema permite a coleta de dados de animais com menos de 16Kg ou com mais de 45Kg (BESANCON et al., 2003). Essas seriam algumas das vantagens em relação à plataforma de força (BESANCON et al., 2003; GORDON-EVANS, 2012). Por outro lado, as plataformas de pressão permitem mensurar somente as forças verticais (BUDSBERG e THOMAS, 2006; LASCELLES et al. 2006; GILLETTE e ANGLE, 2008; AGOSTINHO et al., 2012). No entanto, dados como tempo da passada, tempo de apoio, porcentagem de tempo de apoio, tempo de balanço e velocidade da passada são passíveis de análise (BESANCON et al., 2003; BUDSBERG e THOMAS, 2006; LASCELLES et al., 2006; GILLETE e ANGLE, 2008).

Segundo Gordon-Evans (2012), a densidade dos sensores, que estão alinhados e embutidos em plataformas ou trajetos, apresenta variação entre os diferentes sistemas comerciais de pressão. Quanto mais alta a densidade dos sensores, maior é a possibilidade de mapear áreas menores ou permitir a coleta de dados de animais mais leves, com pés menores do que outros.

Vale citar que alguns estudos têm realizado comparações entre algumas plataformas de pressão e a plataforma de força, mostrando que os valores diferem entre os sistemas (BESANCON, et al. 2003; BUDSBERG e THOMAS, 2006; LASCELLES et al., 2006; OOSTERLINCK et al., 2010).

Contudo, independente do sistema de análise, vários fatores podem alterar as mensurações da reação ao solo (DeCAMP, 1997;

McLAUGHLIN, 2001). No momento da coleta dos dados, o animal precisa se locomover de uma maneira consistente, sem abaixar ou elevar a cabeça e, se usado um condutor, ele não pode interferir tracionando a guia (McLAUGHLIN, 2001).

A velocidade da locomoção precisa ser controlada, visto ocorrer variação nas forças de reação do solo e tempo de apoio; quanto maior a velocidade, há um acréscimo no pico de força vertical e diminuição do tempo de apoio (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001). Por sua vez, o impulso vertical diminui enquanto a velocidade aumenta, e aumenta enquanto o tempo de apoio aumenta, ou seja, quando a velocidade diminui (McLAUGHLIN e ROUSH, 1994).

As trilhas precisam ser coletadas dentro de uma média específica de velocidade; se o intervalo for muito grande não é possível afirmar se os diferentes dados obtidos são resultantes das diferenças na locomoção, ou pela variação da velocidade (McLAUGHLIN, 2001). Variações de 0,3 m/s são suficientes para alterar as forças de reação do solo em cães (DeCAMP, 1997). Segundo Gordon-Evans (2012), a velocidade é quase impossível de controlar em gatos. Nesses casos deve-se registrar e analisar o valor após a coleta dos dados. No entanto, se a velocidade não se encontrar dentro de uma média com 0,3 m/s de variação, essa pode ser analisada estatisticamente como uma covariável.

No caso da plataforma de força, segundo McLaughlin (2001), pode ser usado controle de velocidade com emprego de timer de milissegundos e células fotoelétricas. Outras opções seriam os acelerômetros e a cinematografia. Para a plataforma de pressão podem ser aplicados os mesmos tipos de controle, porém o próprio sistema também fornece a velocidade e a aceleração (BESANCON et al., 2003).

De acordo com Gordon-Evans (2012), o caminhar e o trote são geralmente as formas de escolha em estudos para a análise das forças de reação do solo, por serem considerados simétricos e mantidos com um passo constante. Entretanto, a escolha dependerá da intensidade da claudicação esperada durante a pesquisa, seja essa clínica ou experimental.

As forças de reação do solo podem também variar com a massa corpórea, repetição das trilhas (DeCAMP, 1997; CLAYTON e SCHAMHARDT,



2001). A duração da fase de apoio, assim como a propulsão e desaceleração, aumentam com o aumento do tamanho físico (DeCAMP, 1997). Em um estudo com cães foi também observado que com o aumento do tamanho do cão o impulso vertical aumentou, e enquanto as medidas morfométricas aumentaram as forças de pico vertical diminuíram (BUDSBERG et al., 1987).

Mölsa et al. (2010) realizaram estudo prospectivo para comparar as forças de reação do solo, obtidas pelo uso de plataforma de força, entre cães hípidos das raças Rottweilers (n=9) e Labradores (n=12) ao trote. A velocidade e a aceleração foram controladas e mensuradas com células fotoelétricas. As medidas anatômicas foram feitas com os cães em posição de estação. Com fita métrica foram mensuradas a distância do chão aos pontos mais altos da escápula, crista ilíaca e processo do olecrano. Os comprimentos do úmero e fêmur foram obtidos com os animais em decúbito lateral. Nos cães Rottweilers as forças de pico vertical nos membros torácicos foram significativamente mais baixas e o impulso vertical nos membros torácicos e pélvicos foram significativamente mais altos em relação aos cães Labradores. O peso corpóreo e medidas anatômicas foram maiores nos cães da raça Rottweiler. Os cães maiores requerem menos passos do que os cães menores para manter a mesma velocidade, assim a velocidade do membro é mais vagarosa em cães mais altos. Ao se remover o efeito da velocidade relativa, o comprimento funcional do membro e o peso corpóreo pelo teste ANCOVA, não mais se detectou diferenças entre raças. Segundo os autores, a conformação e o peso corpóreo têm influência nos valores adquiridos pela plataforma de força quando se usa os métodos padrões de normalização.

Conforme Gordon-Evans (2012), outro fator a ser considerado é a aclimatação do animal. O fato parece ser mais importante quando as forças de reação do solo são mensuradas por uma esteira do que com uma plataforma montada no chão. A habituação na esteira diminui as variações, porém o número e a duração das seções de treino usadas têm variado consideravelmente.

Voss et al. (2011) normalizaram, em 54 cães de sete diferentes raças, as forças de pico vertical, impulso vertical, tempo de apoio e taxa de impulso do membro torácico para o impulso total, em relação ao peso e tamanho corpóreo de acordo com a teoria da similaridade dinâmica. A taxa de

comprimento corpóreo e o índice de massa corporal foram também comparados. Diferenças significantes entre raças foram encontradas após normalização para forças de pico vertical, impulso vertical e tempo de apoio no membro torácico, e força de pico vertical no membro pélvico. Os autores concluíram que dados obtidos de diferentes raças pela plataforma de força não são necessariamente comparáveis, mesmo após a normalização. Comparação de grupos devem apenas ser feitas quando os grupos consistem de raças com conformações corpóreas similares.

## **2.2 Estudos clínicos e experimentais com plataformas de pressão**

As pesquisas com plataforma de pressão têm aumentado gradativamente, tanto para avaliações do ponto de vista clínico como experimental, podendo ser citados aqueles efetuados em gatos, cães, equinos e ovinos, como os apresentados abaixo.

### **2.2.1 Gatos**

A plataforma de pressão de 2 X 0,75 metros (Tekscan) foi usada, por Romans et al. (2004), para avaliar a locomoção de gatos com e sem onicectomia bilateral. Foram usados 13 animais hígidos e 13 com onicectomia efetuada a mais de 6 meses. A plataforma foi equilibrada e calibrada de acordo com as instruções do fabricante. Os gatos caminharam em uma velocidade confortável, sendo em média de  $0,69 \pm 0,029$  m/s para o grupo hígido e  $0,66 \pm 0,029$  m/s para o grupo onicectomia, com aceleração restrita a  $0,5\text{m/s}^2$ . As forças foram normalizadas e expressas como porcentagem do peso corpóreo. Não foram detectadas diferenças entre os grupos. O grupo hígido tinha média de pico vertical e impulso vertical de 56,41% e 18,85% para os membros torácicos e de 50,22% e 14,56% para os membros pélvicos. As cargas foram maiores nos membros torácicos em relação aos pélvicos para todas as trilhas.

Os efeitos analgésicos da administração tópica de bupivacaína, butorfanol via intramuscular e fentanil transdermal foram avaliados, por Romans et al. (2005), em gatos submetidos à onicectomia unilateral. A análise da locomoção foi efetuada antes da cirurgia e com 1, 2, 3 e 12 dias de pós-operatório com o emprego de plataforma de força de 2,0 X 0,75 metros (Tekscan). Essa foi equilibrada e calibrada segundo as especificações do fabricante. A velocidade dos gatos foram  $0,76 \pm 0,09$ ,  $0,76 \pm 0,08$  e  $0,81 \pm 0,06$  respectivamente para os grupos bupivacaína, butorfanol e fentanil. Nenhuma diferença em impulso vertical foi notada entre grupos em qualquer momento, Os valores de pico vertical, impulso vertical e a taxa de pico vertical aumentaram progressivamente após a cirurgia, mas para os três grupos foram ainda significativamente diminuídos 12 dias após a cirurgia, quando comparados ao valor base. O grupo tratado com bupivacaína tópica apresentou a pior função do membro.

Os parâmetros cinéticos dos membros de 23 gatos hípidos foram estudados por Lascelles et al. (2007), contudo apenas 15 foram satisfatórios para a análise. Os animais foram estimulados a caminharem ou a saltarem de uma altura de 1 m sobre uma plataforma de pressão (Mat System da Tekscan) de 2 X 0,5 metros. Para tanto foi empregado comida, brinquedos, a presença do proprietário e um túnel. Para calibração da plataforma foi usada uma pessoa de 50 kg descalça em dois pés. Os gatos foram encorajados a caminhar cinco vezes na plataforma em um período de 30 a 45 minutos, a uma velocidade de 0,37 a 0,85 m/s (média de 0,6 m/s) e aceleração de menos que  $0,1 \text{ m/s}^2$ , e a saltar cinco vezes em intervalos de cinco minutos. A velocidade de cada gato foi calculada pela medida da distância entre duas passadas consecutivas de um único pé (comprimento da passada), dividido pelo tempo entre as passadas. O pico de força vertical e o impulso vertical (expressos como porcentagem do peso corporal) nos membros direito ou esquerdo não mostraram diferenças estatísticas no caminhar. As médias, em porcentagem de peso corpóreo, para os membros torácicos e pélvicos foram  $48,2 \pm 6,0$  e  $38,3 \pm 4$  para o pico de força vertical e  $16,9 \pm 3,2$  e  $13,3 \pm 2,8$  para o impulso vertical. Não ocorreram diferenças entre os parâmetros cinéticos mensurados em velocidade acima ou abaixo de 0,6 m/s. O salto promoveu pico de força vertical

(média de 148,9) e impulso vertical (média de 18,1) maiores do que no caminhar, mas sem diferenças entre os membros torácicos.

LeQuang et al. (2010) aferiram parâmetros têmporo-espaciais e dados de pressão em 12 gatos saudáveis de várias raças, com peso médio de 5 kg e idade média de 2,1 anos. Os animais caminharam livremente na plataforma de pressão de 2,4 metros de comprimento (GAITCat system), porém para estímulo foi usado comida do lado oposto. Uma trilha foi considerada válida quando todas as patas estavam em contato com a superfície da plataforma em cada ciclo da locomoção, com os gatos se movimentando em linha reta sem parar ou virar a cabeça. Para facilitar o andar em linha reta foram fixadas duas paredes plásticas em cada lado da plataforma. A velocidade média foi de  $0,67 \pm 0,22$  m/s e cinco trilhas foram analisadas. Não ocorreram diferenças estatísticas entre os membros torácicos e entre os membros pélvicos para tempo de apoio, tempo da passada, comprimento da passada e número de sensores ativados. A distribuição de apoio ao caminhar pareceu ser igual entre os membros torácicos e pélvicos. A taxa relativa do tempo de apoio foi  $1,07 \pm 0,04$  m/s, com os gatos usando os membros torácicos um pouco mais que os membros pélvicos durante a fase de apoio. Para o pico de pressão a distribuição foi mais importante nos membros torácicos.

Guillot et al. (2012) avaliaram por exame físico, radiográfico e de ressonância magnética dois gatos normais e quatro com osteoartrite da articulação coxofemoral. A avaliação funcional foi com acelerômetro e plataforma de pressão (Tekscan). Para o estudo cinético os gatos foram aclimatados e treinados por quatro semanas. A calibração do sistema foi com saco de areia com couro pesando 4,1 kg e os animais locomoveram-se ao trote (0,8–1,2 m/s). A força de pico vertical do membro pélvico foi maior nos gatos normais do que os osteoártríticos. Além disso, a força de pico vertical foi positivamente correlacionada com a atividade motora e negativamente correlacionada com a idade e escore estrutural na ressonância.

### 2.2.2 Cães

Besancon et al. (2003) compararam os valores das forças verticais entre a plataforma de pressão Tekscan I-scan e a plataforma de força AMTI modelo OR6-5. Foram analisados os membros torácicos esquerdos e membros pélvicos ipsilaterais, em oito cães hípidos adultos da raça Greyhound. A velocidade e a aceleração no caminhar foram 0,9 a 1,1 m/s e -0,1 a 0,1 m/s<sup>2</sup>, respectivamente. A calibração na plataforma de força foi de acordo com a especificação do fabricante. Para a plataforma de pressão, as médias expressas como porcentagem do peso corpóreo foram: pico de força vertical de 58,11 e impulso vertical de 26,90 para o membro torácico; pico de força vertical de 42,05 e impulso vertical de 18,59 para o membro pélvico. Por sua vez, na plataforma AMTI os valores foram: pico de força vertical de 61,62 e impulso vertical de 27,69 para o membro torácico; pico de força vertical de 42,30 e impulso vertical de 18,80 para o membro pélvico. Estatisticamente os valores de pico de força vertical variaram entre os dois sistemas. Conforme os autores, isso pode estar associado à calibração, e pode não ser relevante do ponto de vista clínico.

Besancon et al. (2004) estudaram a distribuição de forças verticais e impulsos verticais nos pés de oito cães hípidos da raça Greyhound e oito da raça Labrador retriever, empregando uma plataforma de 2 X 0,75 metros (Tekscan). A velocidade foi 0,9 a 1,1 m/s e a aceleração de -0,1 a 0,1 m/s<sup>2</sup>. A calibração da plataforma foi realizada conforme indicado pelo fabricante. Foram mensurados o pico de força vertical e o impulso vertical de todo o pé e de cinco áreas isoladamente: coxim metacarpal, coxim metatarsal e coxim digital dos dedos 2, 3, 4 e 5. As forças verticais nos membros torácicos foram sempre maiores que nos membros pélvicos. Foram notadas diferenças significativas na distribuição de cargas entre as raças. Os coxins digitais 3 e 4 suportaram o maior peso. Contudo, as cargas foram igualmente distribuídas, e o coxim digital 5 e os coxins metacarpianos e metatarsianos suportaram uma substancial quantidade de carga em ambas as raças.

Horstman et al. (2004) utilizaram a plataforma de pressão de 0,38 x 2 metros (Tekscan) para avaliar o efeito do carprofeno oral perioperatório em cães com ruptura do ligamento cruzado cranial unilateral tratados com suturas da fabela a tuberosidade da tíbia. Todos os grupos foram tratados no pré

operatório com uma aplicação de morfina (0,5mg/Kg IM) e bupivacaína 0,75% (0,25mL intra-articular), e no pós operatório com uma aplicação de morfina (0,5mg/Kg IM). Um dos grupos foi tratado com carprofeno oral (2,2mg/Kg) 12h antes do procedimento cirúrgico, e continuaram recebendo essa mesma dose por 72h após o procedimento. Os cães caminharam na velocidade de 0,8-1m/s e aceleração de  $0,5\text{m/s}^2$ , tendo sido analisados a força vertical e o impulso vertical. Além disso, foram registrados cinco ensaios dos cães em pé por um período de três segundos. Os valores de força e impulso verticais dos membros que não foram operados foram comparados entre grupos. Não foi observada diferença estatística com relação ao pico de força vertical e impulso vertical no caminhar ou em estação, a despeito da média do grupo que recebeu carprofeno ter sido maior quando comparado ao grupo com o manejo de dor sem antiinflamatório. Segundo os autores, o carprofeno oral parece promover algum benefício no tratamento da dor ortopédica.

As forças de reação do solo de 34 cães hígidos e cinco com claudicação, em virtude de osteoartrite do joelho, foram avaliadas por Lascelles et al. (2006). Foram comparados dados obtidos com plataforma de pressão de  $2 \times 0,5 \times 0,005$  metros (Tekscan) e plataforma de força. As velocidades obtidas com o uso de fotocélulas não diferiram daquelas derivadas da plataforma de pressão. Para qualquer membro, os valores obtidos pela plataforma de pressão foram inferiores aos da plataforma de força. Com exceção do pico de força vertical nos membros torácicos, mensurado por meio de plataforma de pressão, não foram detectadas diferenças entre os membros direito e esquerdo com ambas os sistemas. Os dados referentes ao pico de força vertical, impulso vertical, tempo de contato, comprimento da passada e distribuição do peso estático, obtidos pela plataforma de pressão, não variaram quando aferidos com intervalo de uma semana. Conforme os autores, dados adquiridos com a plataforma de pressão foram consistentes e podem ser usados para estudar variáveis cinéticas em um mesmo cão de forma evolutiva temporal.

Os parâmetros de pressão e têmporo-espaciais de quatro cães de raça grande com claudicação por diferentes causas foram comparados com aqueles de oito cães saudáveis, por LeQuang et al. (2009). Também foi

estabelecido o índice de simetria dos membros esquerdo e direito e a taxa entre os membros torácicos e pélvicos. Foi usada uma plataforma de pressão (GAITRite system) de 4,3 metros de comprimento. Os cães foram conduzidos sobre a plataforma por seus proprietários utilizando um guia frouxo. Uma trilha foi considerada válida quando todas as quatro patas estavam em contato com a superfície da plataforma em cada ciclo da locomoção, quando os animais caminharam em linha reta sem puxar a guia ou sem virar a cabeça e quando havia pelo menos três passadas consecutivas regulares para análise. Para os cães saudáveis não foi notado diferença de simetria direita ou esquerda para os parâmetros estudados. A taxa de distribuição foi maior nos membros torácicos com respeito ao tempo de apoio, tempo de apoio relativo e pico de pressão vertical e número de sensores ativados. Nos cães com claudicação foi possível determinar e quantificar a assimetria e o modo de andar anormal. De acordo com os autores, a plataforma de pressão é uma ferramenta útil e rápida para a análise da locomoção e evolução da claudicação.

Gordon-Evans et al. (2009) avaliaram a precisão, sensibilidade e especificidade de parâmetros têmporo-espaciais em cães com injúria da medula espinhal. Os cães caminharam sem restrição de velocidade sobre uma plataforma de pressão. O comprimento da passada, tempo de apoio, tempo de balanço, comprimento da passada, e velocidade foram mensurados pela plataforma. A idade, raça, peso e grupo foram analisados. Os parâmetros foram sumarizados para cada cão com coeficientes de variação diferentes. Os dados foram analisados para determinar as diferenças de cães com sinais neurológicos dos sem sinais neurológicos. A velocidade, a aceleração, a altura e o peso não afetaram os coeficientes de variação. O modelo com mais alta precisão foi o multivariável usando coeficientes de variação do comprimento da passada, tempo da passada e tempo de balanço.

Os parâmetros de pressão e têmporo-espaciais foram analisados, por LeQuang et al. (2010), em cães hípidos das raças Retriever com peso médio de 29,7 kg e Beagles com peso médio de 10,8 kg. Foi utilizada uma plataforma de pressão de 4,3 metros de comprimento (GAITRite system). Para cada raça não foram detectadas diferenças estatísticas entre os membros torácicos ou entre os membros pélvicos com respeito ao tempo de apoio, tempo da passada, comprimento da passada, pico de pressão vertical, número



de sensores ativados por cada pata, cadência e velocidade no caminhar. Foram notadas diferenças entre as raças grande e pequena com relação ao tempo de apoio (1,07 versus 1,12), tempo de apoio relativo (1,08 versus 1,15), pico de pressão vertical (1,60 versus 1,45). Os cães das raças maiores foram mais regulares, mais rápidas e mais fáceis de analisar.

Para determinar valores de referência, Light et al. (2010) estabeleceram um protocolo para coletar dados têmporo-espaciais usando um sistema de plataforma de pressão portátil (5,5 X 0,85 metros; GAITRite). Foram usados 56 cães hígidos da raça Labrador retriever com idade de 1 a 11 anos (média de 3,3 anos) e peso de 17,7 a 35,5 kg (média de 27,9 kg). Foram registradas seis passadas, três em cada direção, sendo considerados como critérios de inclusão a velocidade de 60 a 90 cm/s e o mínimo girar da cabeça. Não ocorreram diferenças entre os lados direito e esquerdo para os membros torácicos e pélvicos. O comprimento da passada foi 88,4 cm em média. A porcentagem média de tempo de apoio foi 55,6% e 50,2%, respectivamente para os membros torácicos e pélvicos. As taxas de simetria foram 1,00 dos membros esquerdos para direitos, membro torácico esquerdo para direito, e membro pélvico esquerdo para direito.

A plataforma de pressão foi usada, por Kim et al. (2011), para comparar variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros torácicos e pélvicos de cães de raças pequenas e grandes, durante o caminhar (velocidade de 0,5 a 1,5m/s). O fator "duty" foi  $> 0,50$ , o que comprovou que os animais estavam caminhando, porém nos cães pequenos esse foi significativamente menor para os membros torácicos e pélvicos. Os cães menores apresentaram variáveis têmporo-espaciais e cinéticas significativamente menores em relação aos cães grandes. As variáveis temporais de cães pequenos e a força vertical absoluta de cães pequenos e grandes aumentaram com o aumento do peso corpóreo. Os valores normalizados de distribuição de peso e pico de força vertical entre os quatro membros foram similares entre os grupos.

### 2.2.3 Cavalos



Oosterlinck et al. (2010) compararam os dados colhidos em plataforma de pressão com aqueles adquiridos com plataforma de força, em seis cavalos clinicamente sadios a passo e a trote. Para cada membro torácico foram obtidas cinco medidas cinéticas. Foram notadas diferenças entre os sistemas com respeito ao pico de força vertical, impulso vertical, tempo de ocorrência do pico de força e taxa de simetria dos membros torácicos, mas não em relação à duração da fase de apoio. Os autores afirmaram que a plataforma de pressão não substitui a plataforma de força quando para propósitos científicos são necessários valores precisos de força absoluta, e uma calibração estendida do sistema pode reduzir as medidas de erro.

#### 2.2.4 Ovinos

Seebeck et al. (2005) usaram uma plataforma de pressão (emed SF-4) como ferramenta para monitorar a consolidação óssea em ovinos. No início os animais não colocavam carga no membro operado e sobrecarregavam o membro pélvico contralateral. As forças de reação do solo foram fortemente correlacionadas com a progressão da mineralização do calo e diretamente refletiram a rigidez do local da fratura.

Os parâmetros têmporo-espaciais e cinéticos de ovinos hígidos adultos, com peso de 69,3 até 103 kg, mistos Suffolk, foram analisados por Kim e Breur (2008). De 18 ovinos apenas sete preencheram os critérios de inclusão e foram usados no estudo. Foi utilizada uma plataforma de pressão (Tekscan) de 1,5 X 0,5 metros. Os ovinos não foram submetidos a treinamento, apenas caminharam de três a cinco vezes para se tornarem acostumados ao sistema antes da coleta dos dados. No caminhar a média do pico da força vertical e a média do impulso vertical como porcentagens do peso corpóreo foram 52,5% e 19,9% para os membros torácicos e 38,5% e 14,9% para os membros pélvicos. A carga foi maior nos membros torácicos (59%) em relação aos membros pélvicos (41%). O fator "duty" foi de 0,66 para os membros torácicos e 0,69 para os membros pélvicos.

Agostinho et al. (2012) avaliaram parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais em ovinos clinicamente saudáveis, com três grupos etários, usando plataforma de pressão. A velocidade e a aceleração foram controladas. Estatisticamente não ocorreram diferenças entre os lados direitos e esquerdos ou com relação à direção em que os animais foram conduzidos, em quaisquer das variáveis avaliadas. As variáveis temporais não diferiram entre os grupos. Diferenças foram observadas com relação ao pico de força vertical nos membros torácicos ( $G1 > G3$ ) e pélvicos ( $G1 > G3$ ), e com relação ao impulso nos membros torácicos ( $G1 > G3$ ). Os autores concluíram que ovinos jovens diferem dos mais idosos nas forças verticais ao caminharem na mesma velocidade sobre a plataforma de pressão.

### **2.3 A locomoção do gato**

Segundo Vilensky (1987), o centro de gravidade do corpo de um mamífero cursorial típico é mais próximo de seus membros torácicos do que pélvico. Desta forma, durante a locomoção ou permanência em estação, os membros torácicos tendem a suportar mais carga do que os membros pélvicos. Gatos na velocidade de 1-16mph mostraram 5% de redução da fase de balanço comparado a 82% da fase de apoio. Adicionalmente, a distinção entre caminhar e correr pode ser feita pelo fator “duty” do membro pélvico, ou fração do ciclo de duração que o membro está no solo. Quando o fator “duty” é maior que 0,5 é considerado caminhar, quando menor é correr.

Em estudo da coordenação dos membros durante a locomoção, Afelt e Kasicki (1975) observaram que a taxa entre a duração do passo para os membros torácicos e pélvicos em gatos foi de 1:1. A duração da fase de balanço (velocidade de 1,04 km/h) diferiu entre os membros torácicos e pélvicos e mudou de 200 a 320 ou 379 m/seg., respectivamente. Essas diferenças sugeriram diferentes mecanismos para o controle dos movimentos dos membros torácicos e pélvicos durante o caminhar.

## ***OBJETIVOS***

### **3 OBJETIVOS**

O trabalho teve por objetivos avaliar, em gatos clinicamente saudáveis a passo em plataforma de pressão:

- padrões cinéticos e têmporo-espaciais dos membros torácicos e pélvicos;
- a influência do sexo nos padrões cinéticos e têmporo-espacias em ambos os membros.

## ***MATERIAL E MÉTODOS***

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Animais e ambiente de experimentação**

A metodologia adotada no presente trabalho foi aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Botucatu (protocolo nº. 175/2011-CEUA).

De um total de 30 gatos clinicamente saudáveis, foram utilizados 18. Os animais foram provenientes de abrigos (n=2) ou tinham proprietários (n=16). Esses foram divididos em dois grupos a saber: Grupo 1, 10 machos, sendo nove castrados, sem raça definida, idade entre 1 e 6 anos e com peso variando entre 3,1 e 6,8 (média de 4,39 kg  $\pm$  1,14); Grupo 2, oito fêmeas, castradas, sem raça definida, idade entre 1 a 6 anos, com peso variando entre 3,3 e 4,75 (média de 3,82 kg  $\pm$  0,50). Os animais foram considerados clinicamente sadios com base no exame físico e ortopédico específico. Adicionalmente, foram efetuados exames radiográficos da articulação coxofemoral com os animais em posição ventrodorsal, e dos joelhos em posição lateral.

Antes de efetuar o estudo da locomoção, os gatos foram aclimatizados ao ambiente e estimulados a se locomoverem a passo, em linha reta na plataforma de pressão. No momento imediato às gravações, esses foram pesados usando sempre a mesma balança eletrônica calibrada.

## 4.2 Coleta dos dados cinéticos e têmporo-espaciais

Os dados cinéticos e têmporo-espaciais foram obtidos com o emprego da plataforma de pressão “Walkway High Resolution HRV4 da Tekscan®<sup>1</sup>, constituída de quatro placas em série, com um total de 1.951 mm de comprimento e 447 mm de largura. A plataforma com 33408 células sensitivas de pressão (7101 QL Virtual Sensor 4 Mat System) tem capacidade de gerar até 100 quadros separados por segundo, os quais são gravados no computador. A obtenção e o processamento dos dados foram por meio de *software* Walkway 7,0 (Tekscan). Para cada animal, o sistema foi equilibrado e calibrado, segundo especificações do fabricante, antes da coleta dos dados. A calibração foi realizada com um aparato composto por um suporte de madeira triangular com três pés de borracha, sobre o qual foram adicionados pesos que aproximavam ao peso do animal.

Os gatos se locomoveram sem condutor, porém foram estimulados com ração, brinquedos, e alguns com a presença proprietário do outro lado na plataforma. Em alguns casos foram também usadas barreiras nas laterais da esteira. A velocidade foi mantida entre 0,54 e 0,74 m/s (média de 0,62, Desvio Padrão  $\pm$  0,06) e a aceleração entre -0,20 e 0,20 m/s<sup>2</sup>.

Para cada animal foram capturadas em média 20 trilhas, das quais cinco trilhas válidas foram selecionadas. A trilha foi considerada válida quando todos os quatros membros entraram em contato com a superfície da plataforma em cada ciclo da locomoção e encontravam-se dentro da velocidade estipulada, entre 0,54 e 0,74m/s. Para cada membro foram determinados os seguintes parâmetros têmporo-espaciais: tempo de apoio (s), tempo de balanço (s), duração do ciclo da passada (s), e comprimento da passada (m). A porcentagem da fase de apoio foi calculada pela equação: (tempo de apoio/ duração do ciclo da passada) x 100. A porcentagem da fase de balanço foi calculada pela: (tempo de balanço/ duração do ciclo da passada) x 100. A passada correspondeu à distância entre dois contatos consecutivos ao

---

<sup>1</sup> TEKSCAN® Inc. South Boston, MA, USA.

solo do mesmo membro. O fator “duty” foi calculado dividindo-se a fase de apoio pelo tempo da passada.

Incluindo todas as passadas, foram aferidos os seguintes parâmetros cinéticos: Pico de Força Vertical (PFV) e Impulso Vertical (IV). Ambos foram normalizados conforme o peso do gato e representados em porcentagem de peso corpóreo, respectivamente, em %PC e %PC\*s. A porcentagem da distribuição do peso corpóreo entre os quatro membros na locomoção foi determinada por:  $(\text{PFV do membro} / \sum \text{PFV dos quatro membros}) \times 100$ .





Figuras 1 e 2 – Locomoção do gato sobre a plataforma de pressão

### **4.3 Comprimento dos membros**

Para aferir o comprimento dos membros torácicos e pélvicos, o gato foi mantido em estação e com auxílio de fita métrica foi medida a distância do solo até a borda escapular dorsal e do solo até a crista ilíaca, respectivamente.

### **4.4 Taxa de simetria e máxima porcentagem de assimetria**

A taxa de simetria de parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais foi calculada pela divisão do maior valor pelo menor valor de cada uma das variáveis. Já a máxima porcentagem de assimetria foi calculada pela soma da média e do desvio padrão.

### **4.5 Análise estatística**

Foi utilizado o teste T pareado para comparar as variáveis, cinéticas e têmporo-espaciais, entre os membros direito e esquerdo dentro do mesmo Grupo. O teste T para amostras independentes foi usado para a comparação dos pesos entre os Grupos, e das variáveis cinéticas e têmporo-espaciais entre os Grupos, e entre os membros torácicos e pélvicos para cada Grupo. Os valores foram expressos em média ( $\pm$  Desvio Padrão). Adicionalmente foi calculado o coeficiente de variação na comparação das variáveis entre os Grupos 1 e 2. Diferenças foram consideradas estatisticamente significantes com  $p < 0,05$ .

Para avaliar a correlação linear entre o comprimento dos membros e as variáveis, cinéticas e têmporo-espaciais foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, com nível de significância de 5%.

***RESULTADOS***

## 5 RESULTADOS

De 30 gatos usados para a análise, 21 andaram na plataforma e somente 18 preencheram os critérios de inclusão e foram usados para a análise dos dados. A maior dificuldade foi com que os animais mantivessem a locomoção em linha reta e sob velocidade constante. Radiograficamente os 18 gatos não apresentaram qualquer sinal de lesão articular, tanto na articulação coxofemoral como no joelho. Não houve diferença de peso entre os grupos ( $p=0,205$ ).

Para cada grupo, em todas as variáveis cinéticas e têmporo-espaciais analisadas não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os lados direito e esquerdo, tanto nos membros pélvicos como torácicos (Tabelas 1 e 2).

Para ambos os grupos, o pico, o impulso e a distribuição de peso foram estatisticamente maiores para o membro torácico que o membro pélvico ( $p < 0,001$ ).

Não houve diferença significativa da velocidade entre os Grupos ( $p = 0,47$ ). A velocidade dos gatos machos foi em média  $0,63 \pm 0,06$  e a das fêmeas em média de  $0,61 \pm 0,04$ . As demais variáveis não apresentaram diferenças entre os Grupos, com exceção do comprimento da passada, que foi maior para os machos (Tabela 3).

Na comparação entre os membros torácicos e pélvicos houve diferença significativa, tanto para os machos como para as fêmeas, nos seguintes parâmetros: Tempo de balanço ( $p=0,001$ ;  $p<0,001$ ), Porcentagem de balanço ( $p<0,001$ ;  $p=0,011$ ), Porcentagem de apoio ( $p<0,001$ ;  $p=0,002$ ), Pico de força vertical ( $p<0,001$ ;  $p<0,001$ ), Impulso vertical, ( $p<0,001$ ;  $p<0,001$ ), Distribuição de peso corpóreo ( $p<0,001$ ;  $p<0,001$ ).

A taxa de simetria das variáveis cinéticas e têmporo-espaciais entre os lados direito e esquerdo encontram-se na Tabela 4.

Os fatores “duty” para os membros pélvicos foram em média 0,55 para os gatos machos e em média 0,54 para as fêmeas.

Houve diferença no comprimento dos membros torácicos e pélvicos, sendo maior para os gatos machos (Tabela 5).

Pelo índice de correlação de Pearson, apenas o comprimento da passada correlacionou com o comprimento dos membros (Tabela 6).

Tabela 1 - Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, entre os lados direito e esquerdo, dos membros torácicos dos gatos machos e fêmeas.

	Macho			Fêmea		
	Direito	Esquerdo	Valor de <i>P</i>	Direito	Esquerdo	Valor de <i>P</i>
	Média ± DP	Média ± DP		Média ± DP	Média ± DP	
Tempo de apoio (s)	0,48 ± 0,08	0,48 ± 0,07	0,84	0,46 ± 0,06	0,45 ± 0,07	0,57
Tempo de balanço (s)	0,34 ± 0,04	0,34 ± 0,04	0,62	0,33 ± 0,03	0,33 ± 0,03	0,38
Tempo do ciclo da passada (s)	0,80 ± 0,10	0,79 ± 0,10	0,91	0,76 ± 0,10	0,76 ± 0,09	0,96
Comprimento da passada (m)	0,49 ± 0,02	0,49 ± 0,03	0,28	0,45 ± 0,01	0,45 ± 0,01	0,58
% de Apoio	59,30 ± 3,61	59,72 ± 4,17	0,78	60,24 ± 2,78	59,12 ± 4,27	0,29
% de Balanço	43,16 ± 2,61	42,41 ± 1,92	0,47	43,07 ± 4,11	43,62 ± 4,49	0,57
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	54,54 ± 5,99	55,37 ± 4,99	0,39	55,15 ± 5,66	54,59 ± 7,83	0,73
Impulso (% Peso corpóreo* s)	18,08 ± 3,56	18,41 ± 2,78	0,57	18,36 ± 3,36	17,56 ± 4,33	0,21
% Distribuição de Peso	28,25 ± 1,39	28,75 ± 1,69	0,32	29,15 ± 0,99	28,31 ± 1,10	0,10

Tabela 2 - Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, entre os lados direito e esquerdo, dos membros pélvicos dos gatos machos e fêmeas.

	Macho			Fêmea		
	Direito Média ± DP	Esquerdo Média ± DP	Valor de <i>P</i>	Direito Média ± DP	Esquerdo Média ± DP	Valor de <i>P</i>
Tempo de apoio (s)	0,46 ± 0,07	0,46 ± 0,09	0,72	0,45 ± 0,06	0,44 ± 0,06	0,25
Tempo de balanço (s)	0,39 ± 0,05	0,41 ± 0,08	0,15	0,38 ± 0,04	0,40 ± 0,05	0,25
Tempo do ciclo da passada (s)	0,83 ± 0,11	0,85 ± 0,15	0,22	0,81 ± 0,09	0,82 ± 0,08	0,56
Comprimento da passada (m)	0,49 ± 0,02	0,49 ± 0,02	0,26	0,45 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,62
% de Apoio	55,26 ± 3,85	54,47 ± 2,88	0,27	55,67 ± 4,98	53,38 ± 5,66	0,19
% de Balanço	47,22 ± 3,39	48,25 ± 1,95	0,28	47,83 ± 6,66	49,59 ± 7,17	0,41
Pico Força Vertical (%Peso corpóreo)	42,05 ± 7,03	41,28 ± 6,19	0,34	40,97 ± 5,30	40,21 ± 5,45	0,13
Impulso (% Peso corpóreo* s)	13,36 ± 2,63	13,10 ± 2,60	0,42	13,38 ± 3,04	12,77 ± 3,21	0,05
% Distribuição de Peso	21,67 ± 1,56	21,31 ± 1,42	0,38	21,28 ± 1,00	20,86 ± 0,71	0,12

Tabela 3 - Comparação dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, dos membros torácicos e pélvicos, entre os gatos machos e fêmeas.

	Membro Torácico				Membro Pélvico					
	Machos		Fêmeas		Machos		Fêmeas			
	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV	Média ± DP	CV		
Tempo de apoio (s)	0,48 ± 0,07	14,68	0,46 ± 0,07	15,32	0,431	0,46 ± 0,08	17,28	0,44 ± 0,06	13,19	0,80
Tempo de balanço (s)	0,34 ± 0,04	11,70	0,33 ± 0,03	9,12	0,312	0,40 ± 0,06	14,96	0,39 ± 0,04	10,13	0,50
Tempo do ciclo da passada (s)	0,80 ± 0,09	11,25	0,76 ± 0,10	13,07	0,3	0,84 ± 0,13	15,42	0,82 ± 0,08	9,80	0,76
Comprimento da passada (m)	0,49 ± 0,02a	4,08	0,45 ± 0,02b	4,45	<0,001	0,49 ± 0,02a	4,08	0,44 ± 0,02b	4,49	<0,001
% de Apoio	59,51 ± 3,08	5,18	59,68 ± 3,53	5,91	0,893	54,87 ± 3,34	6,09	54,53 ± 5,28	9,68	0,82
% de Balanço	42,78 ± 2,26	5,28	43,35 ± 4,17	9,62	0,61	47,74 ± 2,75	5,76	48,71 ± 6,75	13,86	0,59
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	54,95 ± 5,38	9,79	55,75 ± 7,66	13,74	0,718	41,66 ± 6,46	15,51	40,59 ± 5,21	12,83	0,59
Impulso (% Peso corpóreo* s)	18,24 ± 3,11	17,05	17,96 ± 3,77	20,99	0,803	13,23 ± 2,55	19,27	13,07 ± 3,04	23,26	0,87
% Distribuição de Peso	28,50 ± 1,53	5,37	28,92 ± 1,13	3,91	0,368	21,49 ± 1,47	6,84	21,07 ± 0,87	4,13	0,32
Valores seguidos por	letras	diferentes	na	coluna	horizontal	são	significativamente	diferentes		

Tabela 4 – Taxa de simetria entre lados e máxima porcentagem de assimetria dos valores têmporo-espaciais e cinéticos, dos membros torácicos e pélvicos, incluindo gatos machos e fêmeas.

<b>Variáveis</b>	<b>Taxa de simetria Lado/Lado</b>		<b>Máxima porcentagem de assimetria</b>	
	<b>Membro torácico</b>	<b>Membro pélvico</b>	<b>Membro torácico</b>	<b>Membro pélvico</b>
Tempo de apoio (s)	1,05 ± 0,05	1,05 ± 0,04	10%	9%
Tempo de balanço (s)	1,06 ± 0,06	1,08 ± 0,06	12%	14%
Tempo do ciclo da passada (s)	1,04 ± 0,03	1,03 ± 0,03	7%	6%
Comprimento da passada (m)	1,01 ± 0,01	1,01 ± 0,01	2%	2%
% de Apoio	1,05 ± 0,05	1,05 ± 0,04	10%	9%
% de Balanço	1,05 ± 0,04	1,07 ± 0,05	9%	12%
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	1,05 ± 0,02	1,04 ± 0,02	7%	6%
Impulso (% Peso corpóreo* s)	1,09 ± 0,07	1,06 ± 0,05	16%	11%
% Distribui�o de Peso	1,05 ± 0,02	1,04 ± 0,02	7%	6%



Tabela 5 – Comprimento dos membros torácicos e pélvicos (cm) entre os gatos machos e fêmeas.

Membro	Machos	Fêmeas	Valor de P
	Média ± DP	Média ± DP	
Torácico	24,94 ± 1,94a	22,50 ± 0,83b	0,012
Pélvico	25,61 ± 2,07a	23,33 ± 0,75b	0,024

Valores seguidos por letras diferentes na coluna horizontal são significativamente diferentes

Tabela 6 – Índices de correlação de Pearson entre valores têmporo-espaciais e cinéticos e o comprimento dos membros torácicos e pélvicos (cm), incluindo os gatos machos e fêmeas.

Variáveis	Membro Torácico	Membro Pélvico
Tempo de apoio (s)	0,37	0,25
Tempo de balanço (s)	0,30	0,28
Tempo do ciclo da passada (s)	0,37	0,31
Comprimento da passada (m)	<b>0,68*</b>	<b>0,57*</b>
% de Apoio	0,21	-0,006
% de Balanço	-0,25	-0,11
Pico Força Vertical (% Peso corpóreo)	-0,18	0,15
Impulso (% Peso corpóreo* s)	-0,43	0,30
% Distribuição de Peso	0,23	0,27

\*Correlação estatisticamente significativa

***DISCUSSÃO***

## 6 DISCUSSÃO

Vários fatores podem interferir nas mensurações da reação ao solo, sendo importante a locomoção de uma maneira consistente e em velocidade controlada (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001). O comportamento dos gatos é um dos grandes desafios para a realização da análise clínica da locomoção (STEFFEN, 2009; LeQUANG et al., 2010). No presente estudo apenas 18 de 30 gatos foram passíveis de análise, mesmo com uso de diversas formas de estímulo. Em outro estudo, 15 de 23 foram satisfatórios para análise cinética (LASCELLES et al., 2007).

A velocidade da locomoção no presente estudo foi mantida no intervalo entre 0,54 e 0,74 m/s (média de  $0,62 \pm 0,06$  m/s), não tendo ocorrido diferenças entre machos e fêmeas. Essa velocidade corresponde ao caminhar, já que o valor do fator “duty” do membro pélvico foi de 0,55 para os gatos machos e 0,54 para as fêmeas. Em quadrúpedes quando o fator “duty”, ou fração do ciclo de duração que o membro está no solo, é maior que 0,5 é considerado caminhar, quando menor pode indicar o trote ou o galope (VILENSKY, 1987).

Outras pesquisas que incluíram gatos hípidos caminhando sobre a plataforma de pressão citaram valores de velocidade variando de 0,37 até 0,85 m/s (média de 0,6 m/s) (LASCELLES et al., 2007), ou valores médios de  $0,69 \pm 0,029$  m/s (ROMANS et al., 2004) e  $0,67 \pm 0,22$  m/s (LeQUANG et al., 2010). A velocidade tem influência nas forças de reação do solo e tempo de apoio (DeCAMP, 1997; McLAUGHLIN, 2001), sendo que em cães variações de 0,3 m/s já promovem diferenças no pico de força vertical e no impulso vertical (RIGGS et al., 1993; DeCAMP, 1997). Se o intervalo de variação for muito grande não é possível afirmar se as diferenças decorrem de alterações da locomoção ou pela variação da velocidade (DeCAMP, 1997). Nos gatos o valor máximo de variação tolerado ainda não foi definido. Contudo, segundo Gordon-Evans (2012), se a variação da velocidade não se encontrar na média de 0,3 m/s, essa pode ser analisada estatisticamente como uma covariável.

O tempo e a porcentagem de apoio foram maiores que o tempo e a porcentagem de balanço, tanto nos membros torácicos como nos pélvicos, sem diferença entre machos e fêmeas. Isso está de acordo com a locomoção ao caminhar, em que a fase de apoio é mais longa que a de balanço, e comprovado pelo fator “duty”, fato também observado em cães andando em plataforma de pressão (KIM et al., 2011). Ressalta-se ainda que nos quadrúpedes, a duração da fase de apoio diminui com o aumento da velocidade, de uma maneira similar a duração do ciclo (VILENSKY, 1987).

Por sua vez, o tempo de apoio e o tempo do ciclo da passada foram estatisticamente similares entre os membros torácicos e pélvicos para ambos os grupos, porém o tempo de balanço foi maior para os membros pélvicos. Isso influenciou nas porcentagens, sendo a porcentagem de apoio maior e a de balanço menor nos membros torácicos. Um estudo sugeriu, baseado em taxa de simetria entre os membros torácicos e pélvicos ( $1,07 \pm 0,04$ ), que os gatos utilizam um pouco mais seus membros torácicos do que os pélvicos na fase de apoio (LeQUANG et al., 2010). No entanto, esta taxa de simetria avalia apenas a relação entre os tempos de apoio, sem levar em consideração o tempo de balanço e tempo da passada.

O comprimento da passada tanto no membro torácico como no membro pélvico foi maior para os gatos machos do que nas fêmeas, e apresentou correlação com o comprimento dos membros. Dessa forma, a diferença decorre do maior tamanho corpóreo do gato macho, e não propriamente do sexo. Além disso, não houve diferença de peso entre os grupos.

O comprimento do membro, como um indicador de tamanho corpóreo, influencia o comprimento da passada e pode interferir em outras variáveis como o tempo de apoio (BERTRAM et al., 2000; VOSS et al., 2010). Foi observado que cães menores caminhando em plataforma de pressão tinham valores de variáveis têmporo-espaciais e cinéticas menores em relação aos cães maiores, além de apresentarem passadas mais frequentes e um ciclo de locomoção mais curto (KIM et al., 2011). No presente estudo os valores têmporo-espaciais mostraram, embora sem diferença estatística, uma tendência a serem menores nas fêmeas.

As forças verticais são, em geral, as forças máximas que atuam no corpo e são relevantes para as questões de estabilidade do membro e robustez óssea (DEMES et al., 1994). Tanto para os gatos machos como fêmeas os valores de pico de força vertical e impulso vertical foram maiores nos membros torácicos do que nos pélvicos. Isso se assemelhou ao previamente relatado em gatos hípidos a passo na plataforma de pressão (ROMANS et al., 2004; LASCELLES et al., 2007; LeQUANG et al., 2010), bem como em plataforma de força (DEMES et al., 1994). Entretanto, os valores médios e as proporções diferiram entre as pesquisas, o que pode estar associado, entre outros, às diferentes metodologias usadas para a calibração da plataforma (LASCELLES et al., 2007), assim como o tipo de sistema.

Romans et al. (2004) ainda referem que a disparidade entre as forças dos membros torácicos e pélvicos poderia ser menor nos gatos que nos cães, visto terem obtido valores de pico de força vertical de 56,41% para os membros torácicos e 50,22% para os membros pélvicos. Isso diferiu do presente estudo, desde que valores médios de pico de força vertical para os membros torácicos foram de 54,95 %  $\pm$  5,38 para os gatos machos e 55,75 %  $\pm$  7,66 para as fêmeas, e para os membros pélvicos foram de 41,66 %  $\pm$  6,46 para os gatos machos e 40,59 %  $\pm$  5,21 para as fêmeas. Adicionalmente, em pesquisa da dinâmica quadrupedal (MANTER, 1938), foi verificado que três quintos da força vertical total do gato ao caminhar foi distribuída nos membros torácicos, o que se deve, segundo os autores, não somente à localização do centro de gravidade mais próxima aos membros torácicos, mas também pelo impulso produzido no membro torácico.

A alteração da simetria tem sido associada com claudicação (VOSS et al., 2007; LeQUANG et al., 2009), contudo a determinação da taxa considerada normal para anormal precisa ser determinada, uma vez que a simetria absoluta não existe, como observado pela análise dinâmica inversa em cães (COLBORNE, 2008).

No presente estudo a média das taxas de simetria variaram de 1% a 9%, o que reforça a importância da avaliação bilateral em análise da locomoção. Variáveis como tempo de balanço, porcentagem de balanço e impulso mostraram valores de máximo percentual de assimetria superiores a 10%, indicando que esses parâmetros devem ser interpretados com cautela na

detecção de assimetrias. Por outro lado, o tempo do ciclo da passada, o pico de força vertical e a percentagem de distribuição de peso mostraram as menores taxas de simetria e máxima percentagem de assimetria, indicando que essas variáveis parecem ser mais adequadas para detectar alterações da locomoção.

***CONCLUSÕES***

## **7 CONCLUSÕES**

Baseado nos resultados obtidos foi possível concluir que:

- a- Os valores dos parâmetros cinéticos não diferem entre machos e fêmeas.
  
- b- Entre os parâmetros têmporo-espaciais apenas o comprimento da passada é maior para os gatos machos e se deve a diferença de comprimento dos membros.
  
- c- A diferença de comprimento dos membros entre os gatos machos e fêmeas não é suficiente para interferir nos valores cinéticos e demais parâmetros têmporo-espaciais



## ***REFERÊNCIAS***

## 8 REFERÊNCIAS

AFELT, Z.; KASICKI, S. Limb coordinations during locomotion in cats and dogs. **Acta Neurobiol. Exp.**, v.35, p.369-376, 1975.

AGOSTINHO, F.S.; RAHAL, S.C.; ARAÚJO, F.A.P.; CONCEIÇÃO, R.T.; HUSSNI, C.A.; EL-WARRAK, A.O.; MONTEIRO, F.O.B. Gait analysis in clinically healthy sheep from three different age groups using a pressure-sensitive walkway. **BMC Vet. Res.**, v.32, 2012. Pre published.

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.**, v.21, p.61-85, 2007.

ANDERSON, M.A.; MANN, F.A. Force plate analysis: a noninvasive tool for gait evaluation. **Cont. Edu.**, v.16, n.7, p.857-864, 1994.

BERTRAM, J.E.A.; LEE, D.V.; CASE, H.N.; TODHUNTER, R.J. Comparison of the trotting gaits of Labrador Retrievers and Greyhounds. **Am. J. Vet. Res.**, v.61, n.7, p.832-838, 2000.

BESANCON, M.F.; CONZEMIUS, M.G.; DERRICK, T.R.; RITTER, M.J. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol.**, v.16, n.3, p.153-157, 2003.

BESANCON, M.F.; CONZEMIUS, M.G.; EVANS, R.B.; RITTER, M.J. Distribution of vertical forces in the pads of greyhounds and Labrador retrievers during walking. **Am. J. Vet. Res.**, v.65, n.11, p.1497-1501, 2004.

BUDSBERG, S.C.; VERSTRAETE, M.C.; SOUTAS-LITTLE, R.W. Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. **Am. J. Vet. Res.**, v.48, n.6, p.915-918, 1987.

BUDSBERG, S.C.; THOMAS, M.W. Advanced diagnostic techniques. In: HOULTON, J.E.F.; COOK, J.L.; INNES, J.F.; LANGLEY-HOBBS, S.J. **BSVA Manual of canine and feline musculoskeletal disorders**. England: British Small Animal Veterinary Association, 2006. cap.4, p.27-33.

CASTRO, M.; SOARES, D.; MACHADO, L.. Comparison of vertical GRF obtained from force plate, pressure plate and insole pressure system. **Portuguese J. Sport Sci.**, v.11, n.2., p.849-852, 2011.

CLAYTON, H.M.; SCHAMHARDT, H.C. Measurement techniques for gait analysis. In: BACK, W.; CLAYTON, H.M. **Equine locomotion**. Saunders: London, 2001. chap.3, p.55-76.

COLBORNE, G.R. Are sound dogs mechanically symmetric at trot? No, actually. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol.**, v.21, p.294-301, 2008.

DeCAMP, C.E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. **Vet. Clin. North Am., Small Anim. Pract.**, v.27, n.4, p.825-840, 1997.

DEMES, B.; LARSON, S.G.; STERN, J.T.; JUNGERS, W.L.; BIKNEVICIUS, A.R.; SCHMITT, D. The kinetics of primate quadrupedalism: "hindlimb drive" reconsidered. **J. Hum. Evol.**, v.26, p.353-374, 1994.

FANCHON, L.; GRANDJEAN, D. Accuracy of asymmetry indices of ground reaction forces for diagnosis of hind limb lameness in dogs. **Am. J. Vet. Res.**, v.68, n.10, p.1089-1094, 2007.

GILLETTE, R.L.; ANGLE, T.C. Recent development in canine locomotor analysis. A review. **Vet. J.**, n.178, p.165-176, 2008.

GORDON-EVANS, W.J.; EVANS, R.B.; CONZEMIUS, M.G. Accuracy of spatiotemporal variables in gait analysis of neurologic dogs. **J. Neurotrauma**, v.26, p.1055–1060, 2009.

GORDON-EVANS, W.J. Gait analysis. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. **Veterinary surgery small animal**. Elsevier Saunders: Canada, 2012. chap.74, p.1190-1196.

GUILLOT, M.; MOREAU, M.; D'ANJOU, M-A.; MARTEL-PELLETIER, J.; PELLETIER, J-P.; TRONCY, E. Evaluation of osteoarthritis in cats: novel information from a pilot study. **Vet. Surg.**, v.41, n.3, p.328-335, 2012.

HORSTMAN, C.L.; CONZEMIUS, M.G.; EVANS, R.; GORDON, W.J. Assessing the efficacy of perioperative oral carprofen after cranial cruciate surgery using noninvasive, objective pressure platform gait analysis. **Vet. Surg.**, v.33, p.286-292, 2004.

KERRIGAN, D.C.; SCHAUFELE, M.; WEN, M.N. In: DeLISA, J.A.; GANS, B.M. **Rehabilitation medicine: principles and practice**. Lippincott-Raven: Philadelphia, 1998. chap.8, p.167-187.

KIM, J.; BREUR, G.J. Temporospacial and kinetic characteristics of sheep walking on a pressure sensing walkway. **Can. Vet. J.**, v.72, p.50-55, 2008.

KIM, J.; KAZMIERCZAK, K.A.; BREUR, G.J. Comparison of temporospacial and kinetic variables of walking in small and large dogs on a pressure-sensing walkway. **Am. J. Vet. Res.**, v.72, p.1171–1177, 2011.

LASCELLES, B.D.; ROE, S.C.; SMITH, E.; REYNOLDS, L.; MARKHAM, J.; MARCELLIN-LITTLE, D.; BERGH, M.S.; BUDSBERG, S.C. Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. **Am. J. Vet. Res.**, v.67, n.2, p.277-282, 2006.

LASCELLES, B.D.; FINDLEY, K.; CORREA, M.; MARCELLIN-LITTLE, D.; ROE, S. Kinetic evaluation of normal walking and jumping in cats, using a pressure sensitive walkway. **Vet. Rec.**, v.160, n.15, p.512-516, 2007.

LeQUANG, T.; MAITRE, P.; ROGER, T.; VIGUIER, E. Is a pressure walkway system able to highlight a lameness in dog? **J. Anim. Vet. Adv.**, v.8, n.10, p.1936-1944, 2009.

LeQUANG, T.; MAITRE, P.; COLIN, A.; VIGUIER, E. Evaluation spatial-temporal and pressure parameters of normal cats at a walk, using a pressure walkway. In: **PROCEEDINGS ON THE 3<sup>RD</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE DEVELOPMENT OF BME**. *Anais...Vietnam*, 2010a. p.59-61.

LeQUANG, T.; MAITRE, P.; COLIN, A.; ROGER, T.; VIGUIER, E. Gait analysis for sound dogs at a walk by using a pressure walkway. In: **PROCEEDINGS ON THE 3<sup>RD</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE DEVELOPMENT OF BME**. *Anais...Vietnam*, 2010b. p.62-66.

LIGHT, V.A.; STEISS, J.E.; MONTGOMERY, R.D.; RUMPH, P.F.; WRIGHT, J.C. Temporal-spatial gait analysis by use of a portable walkway system in healthy Labrador Retrievers at a walk. **Am. J. Vet. Res.**, v.71, n.9, p.997-1002, 2010.

MANTER, J.T. The dynamics of quadrupedal walking. **J. Exp. Biol.**, v.15, p.522-540, 1938.

McLAUGHLIN, R.M.; ROUSH, J.K. Effects of subject stance time and velocity on ground reaction forces in clinically normal Greyhounds at the trot. **Am. J. Vet. Res.**, v.55, n.12, p.1666-1671, 1994.

McLAUGHLIN, R.M. Kinetic and kinematic gait analysis in dogs. **Vet. Clin. North Am., Small Anim. Pract.**, v.31, n.1, p.193-201, 2001.

MÖLSA, S.H.; HIELM-BJÖRKMAN, A.K.; LAITINEN-VAPAAVUORI, O.M. Force platform analysis in clinically healthy Rottweilers: comparison with Labrador Retrievers. **Vet. Surg.**, v.39, n.6, p.701-707, 2010.

NUNAMAKER, D.M.; BLAUNER, P.D. Normal and abnormal gait. In: NEWTON, C.D.; NUNAMAKER, D.M. **Textbook of small animal orthopaedics**. International Veterinary Information Service: New York, 1985. p.1-15.

OOSTERLINCK, M.; PILLE, F.; HUPPES, T.; GASTHUYS, F.; BACH, W. Comparison of pressure plate and force plate gait kinetics in sound Warmbloods at walk and trot. **Vet. J.**, v.186, n.3, p.347-351, 2010.

RIGGS, C.M.; DeCAMP, C.E.; SOUTAS-LITTLE, R.W.; BRADEN, T.D.; RICHTER, M.A. Effects of subject velocity on force plate-measured ground reaction forces in healthy Greyhounds at the trot. **Am. J. Vet. Res.**, v.54, n.4, p.1523-1526, 1993.

ROMANS, C.W.; CONZEMIUS, M.G.; HORSTMAN, C.L.; GORDON, W.J.; EVANS, R.B. Use of pressure platform gait analysis in cats with and without bilateral onychectomy. **Am. J. Vet. Res.**, v.65, n.9, p.1276-1278, 2004.

ROMANS, C.W.; GORDON, W.J.; ROBINSON, D.A.; EVANS, R.; CONZEMIUS, M.G. Effect of postoperative analgesic protocol on limb function following onychectomy in cats. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v.227, n.1, p.89-93, 2005.

SEEBECK, P.; THOMPSON, M.S.; PARWANI, A.; TAYLOR, W.R.; SCHELL, H.; DUDA, G.N. Gait evaluation: A tool to monitor bone healing? **Clin. Biomech.**, v.20, p.883–891, 2005.

SOUSA, D.S.S.; TAVARES, J.M.R.S.; CORREIA, M.V.; MENDES, E. Análise clínica da marcha exemplo de aplicação em laboratório de movimento. In: **ENCONTRO NACIONAL DE BIOMECÂNICA**, 2, 2007, Évora, *Anais...*Évora: Portugal, p. 8-10, 2007.

STEFFEN, K.V. Patient assessment. In: MONTAVON, P.M.; VOSS, K.; LANGLEY-HOBBS, S.J. **Feline orthopedic surgery and musculoskeletal disease**. Mosby Elsevier: Edinburgh, 2009. chap.1, p.3-19.

TEKSCAN. Boston. 2012. Disponível em:

<http://www.tekscan.com/medical/system-walkway.html>. Acesso em 20 fev. 2012.

VILENSKY, J.A. Locomotor behavior and control in human and non-human primates: comparisons with cats and dogs. **Neurosci. Biobehav. Rev.**, v.11, p.263-274, 1987.

VOSS, K.; IMHOF, J.; KAESTNER, S.; MONTAVON, P.M. Force plate gait analysis at the walk and trot in dogs with low-grade hindlimb lameness. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol.**, v.20, n.4, p.299-304, 2007.

VOSS, K.; WIESTNER, T.; GALEANDRO, L.; HÄSSIG, M.; MONTAVON, P.M. Effect of dog breed and body conformation on vertical ground reaction forces, impulses, and stance times. **Vet. Comp. Orthop. Traumatol.**, v.24, n.2, p.106-112, 2011.