

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA ESTÁTICA EM CÃES  
COM MEMBROS AMPUTADOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Natália Carolina Bastian**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2013**

# **DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA ESTÁTICA EM CÃES COM MEMBROS AMPUTADOS**

**Natália Carolina Bastian**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Medicina Veterinária.**

**Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Wallau Schossler**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de  
Mestrado

**DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA ESTÁTICA EM CÃES COM MEMBROS  
AMPUTADOS**

elaborada por

**Natália Carolina Bastian**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Medicina Veterinária**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

-----

**João Eduardo Wallau Schossler, Prof. Dr. – UFSM**  
(Presidente/Orientador)

-----

**Daniel Curvello Müller, Prof. Dr. – UNIJUI**  
(Banca examinadora)

-----

**João Francisco Coelho de Oliveira, Prof. Dr. – UFSM**  
(Banca examinadora)

Santa Maria, 01 de março de 2013.

*O animal que prevalece não é o mais forte nem o mais  
inteligente e sim, o que melhor se adapta.*

*(Charles Darwin)*

## **AGRADECIMENTOS**

Dirijo meus agradecimentos em primeiro lugar a Deus, por permitir minha existência.

Ao meu marido Roberto Thaddeu Gomes, meu amor, meu esteio, ponto de equilíbrio perfeito e fiel confidente, pela paciência, dedicação e carinho ao compartilhar esta etapa de minha vida.

À minha família, meu porto seguro, em especial ao meu pai, a quem considero o alicerce desta. Homem de origem humilde, de coração puro, que venceu preconceitos e dificuldades, construindo e reconstruindo um pequeno patrimônio material, bem como constituindo uma família sólida baseada nos preceitos do amor, da confiança e da reciprocidade. Superando seus limites fazendo uma admirável combinação de seus recursos interiores e das possibilidades que o mundo lhe ofereceu, sem nunca deixar de sonhar e acreditar nas pessoas.

Com amor à minha mãe, pessoa generosa capaz de se abster das suas próprias necessidades satisfazendo-se com a felicidade daqueles a quem ama. Mulher de saúde fragilizada, mas de tamanha força que demonstra coragem e atitude em meio aos seus medos, dando o melhor de si a todos.

Com muito carinho ao meu irmão, amigo fiel e companheiro, que com extrema sensibilidade e compreensão sempre me apoiou.

A minha sogra Ana Cristina e ao meu sogro André P. Gomes, por toda ajuda, compreensão e carinho que me deram nesta fase da minha vida.

Ao meu orientador, João Eduardo, pela sua orientação e amizade. Por todos os momentos que passamos, e por toda a sua dedicação e compreensão. Por todos os ensinamentos e conhecimentos.

Aos meus amigos, Fabíola e Saulo, pelo comprometimento, confiança mútua, ajuda e amizade. A minha colega e amiga também Anna Laeticia por toda ajuda e companheirismo durante toda a fase do meu trabalho.

A Marcelli, aluna da graduação do curso de Medicina Veterinária, pelo auxílio na realização deste trabalho e uma grande amizade conquistada.

Ao professor Bolli e ao Laboratório de Biomecânica do Centro de Educação Física, pela disponibilidade e atenção durante a realização deste trabalho.

Aos proprietários dos animais, pela dedicação e pelo auxílio em ajudar, e me levar os animais para poder realizar este trabalho,

Também a todos os amigos, familiares e colegas que, de uma maneira ou outra, acompanharam este meu trabalho.

## **RESUMO**

### **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

#### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

#### **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**

### **DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA ESTÁTICA EM CÃES COM MEMBROS AMPUTADOS**

**AUTORA: NATÁLIA CAROLINA BASTIAN**

**ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER**

**Santa Maria, 01 de março de 2013.**

A amputação é o procedimento cirúrgico mais antigo registrado. Em animais de pequeno porte, principalmente cães e gatos, o objetivo desta cirurgia é manter a vida do paciente, quando acometido por lesões que evoluem para necrose, neoplasias malignas, lesões distais irreparáveis, dentre outras causas. A plataforma de força é utilizada para medir as forças de reação do solo envolvidas no movimento humano e animal, possibilitando a interpretação do movimento através de variáveis mecânicas. O presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição de força em cada membro e comparar com os dados de animais, considerados normais, por possuírem quatro membros. Para isso, foram utilizados 20 animais, caninos divididos em quatro grupos: o Grupo 1 (sem o membro anterior esquerdo), o Grupo 2 (sem o membro anterior direito), Grupo 3 (sem o membro posterior esquerdo) e o Grupo 4 (sem o membro posterior direito). Todos os animais avaliados não estavam dentro dos padrões considerados normais, ou estavam acima ou abaixo dos limites superiores e inferiores, pois não tinham um dos quatros membros, adaptando-se e transferindo seu peso para os outros três membros. Dessa forma, pode-se concluir que os animais sem o membro anterior esquerdo e o membro anterior direito transferem seu peso para seu lado contralateral. Os cães que não possuem membro anterior esquerdo transferem 76,99% do seu peso para o lado contralateral, e os sem membro anterior direito transferem 71,73% do seu peso para o lado contralateral. O grupo de animais que não possui o membro posterior esquerdo ou direito, transfere seu peso para os membros anteriores.

**Palavras-chave:** Plataforma de força. Ortostático. Amputação.

## **ABSTRACT**

### **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**

### **DISTRIBUTION OF FORCE STATIC IN DOGS WITH AMPUTATED LIMBS**

**AUTHOR: NATÁLIA CAROLINA BASTIAN**

**ADVISOR: PROF. DR. JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER**

**Santa Maria, 01 de março de 2013.**

Amputation is the oldest surgical procedure recorded. In small animals, mainly dogs and cats, the goal of these procedures maintain the patient's life, when it is affected by lesions that progress to necrosis, malignancies, distal irreparable injury, and another one. The force platforms used to measure ground reaction forces involved inhuman and animal movement, allowing the interpretation of movement through mechanical variables. This study aims to analyse the distribution of weighting every limb and compare them with data from animals considered normal (with four limbs). It was studied 20 canines, divided into four groups: Group 1 (without the left forelimb), Group 2 (without the right forelimb), Group 3 (without the left hind limb) and Group4 (without the right hind limb). The animals evaluated within groups were not normal standard and they were above or below the upper and lower limits, because they had not one of the four members, adapting and transferring your weight to one of the other three members. It can be concluded that canines without the left forelimb band right forelimb transfer the weight to theirs contra lateral sides. Dogs that have not left forelimb transfer 76.99% of weight to the contra lateral side, as well as dog without right forelimb transferring 71.73% of weight to the contra lateral side. The canines that have not the left or right hind limbs, transfer weight to the forelimbs.

**Keywords:** Force platform. Orthostatic. Amputation.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela da Média, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos membros AD (Anterior Direito), AE (Anterior Esquerdo), PD (Posterior Direito) e PE (Posterior Esquerdo) de Barbosa (2008).....	22
Tabela 2 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso do Grupo 1, sem o membro anterior esquerdo. ....	28
Tabela 3 - Média e desvio da porcentagem de peso das coletas do Grupo 2. ....	29
Tabela 4 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso das coletas do Grupo 3. ....	30
Tabela 5 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso das coletas do Grupo 4. ....	31
Tabela 6 - Valor médio e desvio padrão da porcentagem de peso do membro anterior direito nos Grupos 1, 3, 4 e Controle.....	33
Tabela 7 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem de peso do membro anterior esquerdo dos Grupos 2, 3, 4 e Controle.....	35
Tabela 8 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem de peso do membro posterior direito dos Grupos 1, 2, 3 e Controle.....	37
Tabela 9 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem de peso do membro posterior esquerdo, nos Grupos 1, 2, 4 e Controle.....	38
Tabela 10 - Teste da análise múltipla de Tukey, do membro posterior esquerdo, nos Grupos 1, 2, 4 e Controle.....	39
Tabela 11 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem dos pesos médios de cada grupo. ....	39

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com os três membros sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por seu proprietário para ilustração do procedimento. ....	23
Figura 2 - Imagem de um cão posicionado com o membro anterior direito sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento. ....	24
Figura 3 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro anterior esquerdo sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento. ....	24
Figura 4 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro posterior direito sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento. ....	25
Figura 5 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro posterior esquerdo sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento. ....	25
Figura 6 - Imagem fotográfica em vista lateral da plataforma de força. ....	26

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AD, PD e PE, do Grupo 1.....	29
Gráfico 2 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AE, PD e PE do Grupo 2.....	30
Gráfico 3 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AE, AD e PD do Grupo 3. ....	31
Gráfico 4 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AD, AE e PE do grupo 4. ....	32
Gráfico 5 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro AD, nos Grupos 1, 3, 4 e Controle.....	34
Gráfico 6 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro AE, nos Grupos 2, 3, 4 e Controle.....	36
Gráfico 7 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro PD, nos Grupos 1, 2, 3 e Controle.....	37
Gráfico 8 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro PE, nos Grupos 1, 2, 4 e Controle.....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos animais de cada grupo utilizados para o experimento. ....	23
Quadro 2 - Resultados da análise múltipla de Dunn, entre os Grupos 1, 3, 4 e Controle. .	34
Quadro 3 - Resultados da comparação múltipla de Dunn, entre os Grupos 2, 3, 4 e Controle. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
<b>2.1 Amputação</b> .....	12
<b>2.2 Locomoção canina</b> .....	15
<b>2.3 Biomecânica</b> .....	17
<b>2.4 Plataforma de força</b> .....	18
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
<b>3.1 Comitê de ética e experimentação animal</b> .....	21
<b>3.2 Delineamento do estudo</b> .....	21
3.2.1 Estudo retrospectivo.....	21
3.2.2 Distribuição do peso de animais hígdos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>3.3 Avaliação do apoio na plataforma de força</b> .....	22
<b>3.4 Análise estatística</b> .....	26
<b>4 RESULTADOS</b> .....	28
<b>4.1 Avaliação dos grupos</b> .....	28
4.1.1 Grupo 1 .....	28
4.1.2 Grupo 2 .....	29
4.1.3 Grupo 3 .....	30
4.1.4 Grupo 4 .....	31
<b>4.2 Comparação entre os grupos</b> .....	32
<b>4.3 Análise da transferência de peso em cada membro</b> .....	33
<b>4.4 Comparação entre os grupos para o peso</b> .....	39
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>CONCLUSÃO</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46

# 1 INTRODUÇÃO

O estudo da locomoção é essencial para estabelecer métodos de tratamento de desordem do sistema locomotor, na ciência veterinária (TOKURIKI, 1973), e o estudo do movimento de um animal centra-se em caracterizar a interação física entre ele e seu ambiente físico (ENOKA, 2000). O animal que se move muda de posição pressionando o que está embaixo dele, de acordo com Aristóteles, na Grécia Antiga.

Alguns elementos como ossos, cartilagens, ligamentos e articulações, compõem o esqueleto, que, em sua totalidade, formam o primeiro sistema de armação corpórea, o sistema esquelético. Esse sistema representa a parte passiva do aparelho locomotor, já a parte ativa é o sistema muscular, representando o segmento ativador. Ambos os sistemas estão vinculados aos sistemas circulatório e nervoso, estando sujeitos, ainda, a taxas de mecanismos hormonais no seu metabolismo específico durante sua construção, reconstrução e reabsorção (KONIG; LIEBICH, 2002).

A amputação é definida como a retirada de algum membro, podendo ser parcial ou total, sendo uma palavra derivada do latim pela união dos termos *ambi*, traduzido por “ao redor de/em volta de” e *putatio* que significa “podar/retirar” (CARVALHO, 2003).

Na medicina humana, algumas afecções têm como tratamento a amputação de membro, a qual é realizada com o objetivo de salvar a vida do paciente, sendo que para Gualberto et al. (2007), aproximadamente 85% de todas as amputações são de membros inferiores, tendo a *Diabetes Mellitus* (DM) como uma das principais causas. Essa cirurgia é amplamente desenvolvida, sendo comumente utilizadas próteses, com próteses mecânicas e eletrônicas que ajudam a mover os membros (LEONARD, 1971).

A amputação é o mais antigo dos procedimentos cirúrgicos (CRENSHAW, 1996), sendo descrita desde o início da humanidade e encontrada em pinturas na Europa, onde é evidenciada o uso de prótese em esqueletos humanos de 2300 a.C (LIANZA, 2007). Em algumas sociedades antigas a amputação de mão ou pé era uma punição comum (CRENSHAW, 1996).

Na medicina veterinária, principalmente em cães e gatos o objetivo para a realização de uma amputação é manter a vida do paciente, quando acometido por lesões que evoluem para necrose, neoplasias malignas, lesões distais irreparáveis, entre outras (LEONARD, 1971).

A plataforma de força é um parâmetro objetivo de avaliação biomecânica utilizado na medicina humana e seu uso vem crescendo na medicina veterinária (JEVENS et al., 1993; ANDERSON; MANN, 1994; BARBOSA, 2008). Já existem vários estudos usando a plataforma em animais, como na neurologia, para avaliar a descompressão lombossacra (SUWANKONG et al., 2007), na ortopedia para análise de articulações (CONZEMIUS et al., 2003), comparar a artrotomia e artroscopia em ruptura do ligamento cruzado cranial (HOELZLER et al., 2004; MUZZI et al., 2009), avaliar articulação coxofemoral (BOCKSTHALER et al., 2007), a caminhada e a parada em bovinos neonatos (RODRIGUES et al., 2009), entre outros.

Segundo Lascelles et al. (2007), a plataforma de força é utilizada frequentemente para analisar os parâmetros cinéticos dos membros de cães normais, particularmente a força vertical máxima e o impulso vertical.

Na medicina, a plataforma também é utilizada para estudos estabilométricos avaliando a postura e o equilíbrio (BASTOS et al., 2005; FERREIRA, 2005; LOTH, 2007; MAYER et al., 2010). Também é útil para caracterizar a distribuição das forças e pressões plantares durante a marcha de pessoas com amputações femorais (CASTRO, 2010), além de comparar variáveis cinéticas na marcha de indivíduos amputados transfemorais (SEBASTIÃO, 2009).

Na medicina veterinária, o uso da plataforma de força é utilizado nas coletas de dados em marcha para análise locomoção (OLIVEIRA, 1993) e na avaliação do apoio e distribuição do peso nos membros (BARBOSA, 2008). Este trabalho é o primeiro estudo a avaliar em padrão ortostático, a distribuição de peso em animais com três membros.

Antes de realizar uma amputação em algum animal, devem ser considerados alguns aspectos importantes, como a capacidade de adaptação do paciente e, em seguida, a expectativa dos proprietários quanto ao procedimento a ser feito (KIPERNSTEIJN et al., 1999).

A grande maioria dos animais se adapta bem e consegue andar em três patas em aproximadamente 30 dias (KIPERNSTEIJN et al., 1999; LIPTAK, 2005). A mudança da marcha causada pela amputação de um membro pode promover o aumento da incidência de doenças ortopédicas nos demais membros, como doenças articulares, principalmente em animais grandes e obesos (KIRPENSTEIJN et al., 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de peso em cada membro, através do uso da plataforma de força em padrão ortostático, de animais que passaram pela cirurgia de amputação de um dos seus quatro membros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Amputação

A amputação é a retirada cirúrgica ou traumática, parcial ou total, de um segmento corpóreo (CARVALHO, 2003), sendo este o procedimento cirúrgico mais antigo já apontado (CRENSHAW, 1996). No ano de 1971, foi publicada a primeira notícia sobre o relato mais antigo de uma amputação, que ocorreu em 2300 a.C., quando arqueólogos russos descobriram um esqueleto com pé artificial. Um pé-de-cabra estava adaptado ao coto com um encaixe feito com a própria pele do animal (NOVACK, 2010).

Durante a primeira guerra mundial existiram aproximadamente 300 mil amputados pela Europa. Assim, houve o desenvolvimento da pesquisa e da reabilitação para a confecção de componentes como joelhos e pés de forma artesanal, pois havia uma preocupação em colocar os soldados mutilados em pé para retornar à guerra. Desde então, os componentes protéticos têm sido desenvolvidos pelas indústrias ortopédicas com intuito de inovações que proporcionem reabilitação de alta tecnologia (CARVALHO, 2002).

Hoje, a amputação é menos frequente que no passado, devido a grandes avanços no reparo de fraturas e no tratamento de tecidos moles, entretanto, ainda são necessárias em determinadas circunstâncias (KNAPP; CONSTANTINESCU, 2005).

As indicações de amputação de um membro podem ser por trauma, necrose, isquemia, infecção ortopédica intratável, incapacidade grave decorrente de artrite intratável, paralisia, deformidade congênita, neoplasias (KIRPENSTEIJN et al., 1999; WEIGEL, 2007; JOHNSON; HULSE, 2008), doença vascular e fístulas arteriovenosas (STONE, 1985). Além das indicações clínicas para a prática de amputação, os cirurgiões também devem levar consideração à adaptabilidade e adequação de cada animal a esse tipo de intervenção, bem como a aceitação do proprietário com relação à posse de um animal deficiente (WEIGEL, 2007).

Atualmente, os tumores ósseos podem ser considerados a principal causa de amputações de membros em animais, entre eles os osteossarcomas, condrossarcomas, osteocondromas, hemangiossarcomas, fibromas e lipossarcomas. De todas as neoplasias

ósseas o osteossarcoma é aquele mais frequentemente relatado em cães (NILSEN, 1976; ALCANTARA et al., 2010) e, como a maioria dos tumores, sua etiologia é desconhecida.

Aproximadamente 75% dos osteossarcomas ocorrem no esqueleto apendicular (DERNELL et al. 2007) e são definidos como um tumor mesenquimal maligno de células ósseas primitivas, sendo geralmente invasivo no local de origem e de metástase rápida. O osteossarcoma apendicular é observado com maior frequência em cães de raças grandes e gigantes (JONGEWARD, 1995). As raças mais acometidas neste tipo de tumor são: São Bernardo, Dinamarquês, Setter Irlandês, Dobermann, Pastor Alemão, Rottweiler e Golden Retriever. Machos e fêmeas podem ser acometidos pelo osteossarcoma apendicular, mas os machos são mais relatados como aqueles em que há maior incidência (BRODEY; ABT, 1976; STRAW, 1996). Também há relatos de amputações de membros em coelhos com condrossarcomas (GARCEZ et al., 2009).

Outra indicação é em relação às fraturas que tem como definição o rompimento completo ou incompleto da continuidade de um osso ou cartilagem. Elas são acompanhadas por vários graus de lesão dos tecidos moles circunscritos, incluindo o aporte sanguíneo e comprometimento da função do sistema locomotor (DENNY; BUTTERWORTH, 2006). Segundo Johnson e Hulse (2005), as fraturas também podem ser definidas como uma solução de continuidade que pode comprometer o córtex ósseo e o canal medular, desequilibrando a integridade óssea, e podem ser classificadas em fraturas abertas ou fechadas, completa ou incompleta, por avulsão e por impactação.

Na maioria das vezes, as fraturas devem-se a processos traumáticos resultantes de acidentes automobilísticos, porém podem ocorrer devido a projéteis balísticos, brigas e quedas (FOSSUM, 2005). As complicações das fraturas podem ser divididas em complicações de manejo e as resultantes do tratamento em si. Em relação ao manejo podem estar associadas a fraturas expostas e às avulsões de nervos. Como complicações resultantes dos tratamentos, pode-se citar a união retardada e não união, osteomielite, má união e doença de fratura (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; MUELLER, et al., 2006), que em alguns casos não tratáveis indica-se a amputação (FOSSUM, 2005; DENNY; BUTTERWORTH, 2006; MUELLER et al., 2006).

Daly (2005) e Weigel (2007) consideram a amputação de membro uma cirurgia traumática e cruenta, recomendando avaliação pré-operatória minuciosa, tendo em vista que a provável perda sanguínea seja maior que os demais procedimentos cirúrgicos de rotina.

Quando um paciente sofre amputação, independentemente de sua causa, sempre deve ser realizada a sua avaliação detalhada, sendo importante determinar todas as incapacidades resultantes e a capacidade funcional do indivíduo para orientar o tratamento de reabilitação mais precoce possível (LIANZA, 2007).

Diversos fatores são importantes na determinação da adaptabilidade do animal à amputação no caso de doença maligna do membro, por exemplo, a avaliação pré-operatória quanto à presença de afecção metastática é útil para evitar uma amputação desnecessária (LIANZA, 2007; WEIGEL, 2007). A adaptabilidade de pacientes obesos ou pacientes acometidos por osteoartrite degenerativa avançada no membro contralateral pode ser estimada utilizando tipóias temporárias no membro envolvido e a observação da resposta do animal (WEIGEL, 2007).

O veterinário deve aconselhar a amputação quando essa prática for possível tanto do ponto de vista clínico como humanitário, mas também deve demonstrar preocupação quanto aos desejos dos proprietários. Tanto as decisões de amputação como a de eutanásia devem ser respeitadas pelo veterinário e tratadas com sensibilidade e interesse. Embora a decisão final seja de direito do proprietário, é responsabilidade do veterinário orientá-lo para que seja tomada a decisão correta e para que não haja arrependimento. Em geral, as respostas dos proprietários à amputação de membros são favoráveis (FOSSUM, 2005; DENNY; BUTTERWORTH, 2006; WEIGEL, 2007).

Em amputações de membro torácico a cirurgia pode ser realizada por meio da remoção da escápula, ou como alternativa, pode-se fazer a ressecção do úmero distal (FOSSUM, 2005). Se a escápula for mantida em cães de pelo curto, a atrofia muscular permite a observação de suas proeminências ósseas, gerando uma aparência esteticamente inaceitável para alguns proprietários (DENNY; BUTTERWORTH, 2006).

Entretanto, a sua remoção pode tornar a parede torácica mais suscetível a traumatismos (WEIGEL, 2007). No caso de neoplasias, como o osteossarcoma apendicular em cães, a amputação de membro é uma das medidas mais efetivas no tratamento de tumores primários (BRODEY, 1965; ALCANTARA et al., 2010). A principal vantagem da amputação do membro é que o procedimento proporciona a ressecção completa do tumor primário, com conseqüente alívio da dor. A cirurgia raramente resulta em cura, devendo ser considerada tratamento paliativo quando realizada isoladamente (STRAW, 1996; BRODEY, 2005; ALCANTARA et al., 2010).

A amputação de membros pélvicos pode ser realizada na porção média do fêmur ou pela desarticulação da articulação coxofemoral (FOSSUM, 2005; WEIGEL, 2007).

Geralmente, é recomendada a amputação pela diáfise do osso, pois isso permite atrofia da extremidade óssea, mas se o membro for seccionado pela desarticulação do cotovelo ou do joelho, a porção articular do osso permanece inalterada, enquanto o tecido mole circunjacente sofre atrofia. Essa secção deixa um revestimento inadequado da extremidade óssea, tornando esse segmento suscetível a traumatismo. Contudo, quando o membro é removido na articulação do ombro ou da pelve há persistência de quantidade suficiente de tecido mole para proteção do osso (WEIGEL, 2007).

## **2.2 Locomoção canina**

O esqueleto compõe-se de alguns elementos como ossos, cartilagens, ligamentos e as articulações, que, em sua totalidade, formam o primeiro de um sistema de armação corpórea, o sistema esquelético. Pode-se, então, separar este sistema em parte passiva do aparelho locomotor, sendo a parte ativa o sistema muscular representando o segmento ativador (KONIG; LIEBICH, 2002).

Na ciência veterinária o estudo da locomoção é essencial para estabelecer métodos de tratamento de desordem do aparato locomotor. Muitos autores admitem que a caminhada seja a mais efetiva forma de locomoção com a fase de suporte e propulsão (TOKURIKI, 1973).

O aparelho locomotor é um conjunto orgânico complexo, cuja função prioritária é o trabalho mecânico. Os elementos constitutivos originais do aparelho locomotor (esqueleto e músculos) servem para representar desde a forma e a conservação da individualidade corpórea, até a movimentação de segmentos do corpo ou de todo o organismo (KONIG; LIEBICH, 2002).

A locomoção é um ato progressivo do movimento, no qual um dos membros que foi elevado do solo durante o movimento suporta o peso do corpo, fixando-se e reassumindo a posição inicial. A região dorsal e lombar tem participação especial no alinhamento postural, situação que irá influenciar na biomecânica do cão, determinando, assim, a qualidade do movimento (BOMBONATO et al., 2005).

De acordo com DeCamp (1997), o modo de andar do cão pode ser dividido em dois grupos principais: o simétrico e o assimétrico. O modo simétrico, como caminhar, trote e passo, caracteriza-se por movimentos dos membros de um lado do corpo que

repetem os movimentos do lado oposto. O modo assimétrico, como galope rotatório e transverso, caracteriza-se pelos movimentos do membro que não repetem os movimentos do lado oposto. 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.

A locomoção do cão está dividida em quatro formas básicas: o passo, a marcha, o trote e o galope sendo que os três primeiros são considerados simétricos (NEWTON; NUNAMAKER, 1985), ou seja, os movimentos dos membros de um lado repetem os movimentos do lado oposto, sendo os intervalos igualmente espaçados. O galope é uma forma assimétrica de andadura, pois os movimentos de um lado não repetem os do outro, e os intervalos entre os apoios não são igualmente espaçados (NEWTON; NUNAMAKER, 1985; BOMBONATO et al., 2005).

Para cada tipo de locomoção, detalhes adicionais do movimento das patas e membros podem ser descritos. A fase de apoio é definida como período no qual a pata toca e permanece no solo e a fase de balanço, é definida como período no qual a pata permanece no ar (BOMBONATO et al., 2005). Juntas, as fases de apoio do membro são consideradas um passo. A fase de apoio pode ainda ser dividida em apoio inicial, desaceleração, propulsão e apoio final. O ciclo da locomoção de quadrúpede pode ser definido como uma série de eventos que inclui um passo para cada um dos quatro membros, independentemente do tipo de locomoção (DECAMP, 1997).

Os ossos e as articulações formam os chamados elementos passivos do movimento e os músculos são considerados órgãos ativos do movimento (BOMBONATO et al., 2005). Os membros torácicos geralmente têm uma maior desaceleração do que força propulsiva, enquanto que os membros pélvicos têm uma maior propulsão do que a força de desaceleração durante a locomoção em uma superfície lisa (DECAMP, 1997).

Embora existam muitos métodos objetivos de análise da locomoção, em humanos e animais, a análise cinética da locomoção, através da placa ou plataforma de força, tem sido muito utilizada para avaliar objetivamente a locomoção normal e anormal (JEVENS et al., 1993). Essas determinam as forças de reação do solo, propiciando descrição completa dessas forças no momento em que o membro contata o solo (RUMPH et al., 1993)

O estudo do movimento qualitativo ou quantitativo dos animais é alvo de grande interesse (GILLETTE, 2004), contudo, em qualquer método de análise do movimento é

fundamental a mensuração precisa, na qual se faz necessário o uso de *hardwares* e *softwares* complexos (SUTHERLAND, 2002).

### **2.3 Biomecânica**

A biomecânica é uma disciplina que, entre as ciências derivadas das ciências naturais, se preocupa com as análises físicas de sistemas biológicos, dos movimentos, suas causas e fenômenos (AMADIO et al., 1999).

A biomecânica vem sendo empregada, desde o início da década de 1970, como referência à estrutura e à função dos sistemas biológicos por meio da aplicação dos princípios mecânicos no estudo dos organismos vivos (AMADIO; SERRÃO, 2007). A mecânica pode ser subdividida em estática, relacionada com os corpos em repouso ou em movimento uniforme, e dinâmica, tratando-se de corpos que se encontram em processo de aceleração e desaceleração (AMADIO et al., 1999; BOMBONATO et al., 2005).

Desse modo, a abordagem biomecânica é interdependente das articulações, já que nelas ocorrem os movimentos. Sendo assim, qualquer deformidade ou fraqueza muscular, que acontece de maneira isolada ou difusa, irá influenciar na estabilidade, seja ela estática ou dinâmica, levando o animal a buscar adaptações musculoesqueléticas compensatórias para a manutenção nas diferentes posturas e para realização de movimentos (BOMBONATO et al., 2005; AMADIO; SERRÃO, 2007).

Já a cinemetria é um ramo da biomecânica que busca medir os parâmetros cinemáticos do movimento, ou seja, investigar a posição, deslocamento, velocidade e aceleração de um ou diferentes segmentos de interesse (AMADIO et al., 1999). Consiste no registro de imagens e reconstrução de pontos marcados, conforme um modelo antropométrico, que estima a localização dos eixos anatômicos do sujeito (AMADIO; SERRÃO, 2007).

Em relação à cinesiologia, a qual é a ciência do movimento, essa pode ser dividida em cinemática e cinética (ANDERSON; MANN, 1994; DECAMP, 1997). A cinemática é a geometria do movimento que inclui o deslocamento, velocidade e aceleração, sem levar em conta as forças atuantes sobre o corpo (GARHAMMER, 1991).

A cinética é o estudo das relações do movimento e as forças que o geram (GILLETE, 2004).

A cinética da locomoção normal e anormal pode ser estudada através de placas ou plataformas de força, que avaliam as forças de reação ao solo, geradas durante a locomoção. Embora sejam umas das muitas formas pelas quais a locomoção pode ser estudada, elas vêm sendo utilizadas com maior frequência e são muito importantes para o entendimento da biomecânica da locomoção (ANDERSON; MANN, 1993; BESANCON et al., 2003).

## **2.4 Plataforma de força**

A plataforma de força consiste em duas superfícies rígidas, uma superior e uma inferior, interligadas por sensores de força e, segundo o posicionamento destes últimos, existem três plataformas em particular: plataforma com único sensor no centro; plataforma triangular com sensores nas três pontas; e plataforma retangular com sensores nos quatro cantos, sendo este o modo mais utilizado para análise de marcha (BARELA; DUARTE, 2011). Os sensores estão situados para medir os três componentes da força,  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  (em que  $x$ ,  $y$  e  $z$  são as direções anteroposterior, mediolateral e vertical, respectivamente) e os três componentes do momento da força ou torque,  $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ , agindo sobre a plataforma (DUARTE et al., 2010).

Assim, a plataforma de força pode estar acoplada a um sistema designado posturografia dinâmica computadorizada (PDC), o qual é um método de avaliação quantitativa e qualitativa que utiliza um sistema computadorizado (NOVALO et al., 2008). A posturografia consiste num conjunto de técnicas que permitem avaliar quantitativamente o componente vestibulo-espinhal do equilíbrio postural e pode ser realizada em plataformas estáticas (estabilometria ou estatocinesiometria) e dinâmicas (posturografia dinâmica) (DUARTE et al., 2010).

Na medicina humana, além da avaliação da marcha na plataforma de força, atualmente estão sendo realizados estudos estabilométricos para avaliar postura e equilíbrio, utilizando a plataforma em padrão ortostático para esta finalidade. A estabilometria é uma técnica da avaliação do equilíbrio, através da quantificação das oscilações posturais na posição ortostática numa plataforma de força (OLIVEIRA, 1993;

DUARTE et al., 2010), que envolve a monitoração dos deslocamentos do centro de pressão nas direções lateral e anteroposterior. Geralmente, os testes são aplicados sobre diferentes protocolos para a base de suporte (pés juntos, afastados, apoio em um só pé, etc.), superfície (dura ou espuma) e visão (olhos fechados ou abertos), possuindo aplicação extensa em áreas de reabilitação, otorrinolaringologia, ortopedia, farmacologia, gerontologia, esportes, entre outros (OLIVEIRA, 1993; MARTINS, 2010).

A baropodometria, na medicina humana, serve para analisar o equilíbrio postural corporal, é uma tecnologia bastante recente que permite avaliar a distribuição da pressão estática durante a posição ortoestática, além das pressões plantares durante o movimento da marcha (MARTINS, 2010).

Segundo Lascelles et al. (2007), as plataformas de força são usadas frequentemente para avaliar os parâmetros cinéticos dos membros de cães normais particularmente a força vertical máxima e o impulso vertical. Esses mesmos autores apresentaram como material utilizado nas experiências para medir as forças um corredor de pressão sensível (7100QL Virtual Sensor 4 Mat System, Teckscan) composto por uma combinação de quatro sensores de alta resolução ligados entre si para criar um único perfil.

Contudo, Budsberg et al. (1987) redefiniram a metodologia da análise da locomoção no cão pelo uso da plataforma de força, introduzindo uma nova era de análise objetiva na medicina veterinária. A plataforma de força é um parâmetro objetivo de avaliação biomecânica utilizada na medicina humana e está sendo muito utilizada também na medicina veterinária (JEVENS et al., 1993; ANDERSON; MANN, 1994; BARBOSA, 2008).

As placas e plataformas de força têm sido utilizadas na avaliação das forças de reação ao solo em cães ao passo (BUDSBERG et al., 1987; KIPERPENSTEIJN et al., 2000), trote (DECAMP et al., 1993; ALLEN et al., 1994; RUMPH et al., 1993; COLBORNE et al., 2006), galope (WALTER et al., 2007) e em estação (BARBOSA, et al., 2011).

Na medicina veterinária existem muitos estudos usando a plataforma de força em cães, como na neurologia para avaliar a descompressão lombossacra (SUWANKONG et al., 2007); em outro estudo, foi realizado a padronização e teste da plataforma de força em padrão ortoestático em cães (BARBOSA et al., 2011). Já Bertram et al. (2000)

comparam a marcha durante o trote de duas raças: Labrador Retriever e Greyhounds, entre outros.

Há duas décadas os ortopedistas humanos têm usado a plataforma na mensuração de forças externas antes e depois do tratamento dos pacientes (ANDERSON; MANN, 1994).

Segundo Quinn et al. (2007), que compararam a mensuração de claudicação através de escalas de taxas numéricas, escore de análise visual e da análise pela placa de força em 21 cães, as análises visual e numérica não são métodos eficazes para graus subjetivos de claudicação e não devem ser utilizadas no lugar da placa de força.

Em relação à análise de movimento bidimensional, Gillette e Zebas (1999) utilizaram 16 cães clinicamente normais da raça Labrador Retriever puros ou mestiços, com idade entre dois e oito anos. Os parâmetros angulares incluíram deslocamento angular do ombro, cotovelo, carpo, coxal, joelho, tarso e quadril, não sendo observadas diferenças significativas entre os movimentos de ambos os lados. Dessa forma, os autores afirmaram que o trote é simétrico e o sistema bidimensional pode ser empregado como método de análise.

Em outro trabalho, verificou-se que o efeito do tamanho do cão na dispersão de dados da plataforma de força é reduzido na maioria dos estudos da locomoção das forças de reação do solo e impulsos ao peso do corpo do animal (JEVENS et al., 1993; RUMPH et al., 1993; BUDSBERG et al., 1996).

Segundo Weigel et al. (2005), um paciente normal, sem alteração ortopédica, e possuindo os quatro membros em estação, carrega aproximadamente 30% de seu peso em cada membro torácico e 20% em cada membro pélvico. Por causa da relação de velocidade e aceleração, as forças colocadas sobre os membros durante a fase de apoio têm aumento significativo nos valores absolutos, com o aumento da velocidade nas diferentes formas de locomoção.

No estudo de Barbosa et al. (2011), a plataforma de força foi utilizada em padrão ortoestático, utilizando animais normais, sem alteração alguma, para as avaliações na plataforma de força com os quatro membros avaliados separadamente. Neste estudo, os animais apresentaram 63,6% do seu peso apoiado nos membros torácicos e 36,4% do peso nos membros pélvicos.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Comitê de ética e experimentação animal**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com número do parecer 082/2011, seguindo os princípios éticos do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

### **3.2 Delineamento do estudo**

#### **3.2.1 Estudo retrospectivo**

Foi realizado um estudo retrospectivo de 10 anos (2001-2011), no arquivo de serviço de atendimento clínico-cirúrgico de pequenos animais do Hospital Veterinário Universitário da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, identificando-se os animais submetidos à cirurgia de amputação de membros anteriores e posteriores. Através das informações obtidas, foi realizado contato por telefone com os proprietários, e mediante o aceite de participação no projeto, foram selecionados 20 animais, separados em quatro grupos com cinco animais, dos quais o Grupo 1 foram os animais que não possuíam membro anterior esquerdo, Grupo 2 sem o membro anterior direito, Grupo 3 sem o membro posterior esquerdo e o Grupo 4 sem o membro posterior direito.

#### **3.2.2 Distribuição do peso de animais hígdos**

Como este trabalho foi realizado em animais com três membros, os dados foram comparados com os valores considerados normais, em animais com quatro membros de Barbosa (2008), através da tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela da Média, desvio padrão, limite superior e limite inferior da porcentagem dos membros AD (Anterior Direito), AE (Anterior Esquerdo), PD (Posterior Direito) e PE (Posterior Esquerdo) de Barbosa (2008).

	AD (%)	AE (%)	PD (%)	PE (%)
MÉDIA	33,145	31,77	18,747	16,337
DESVIO PADRÃO	4,835	3,988	5,455	2,691
LIMITE SUPERIOR	37,98	35,669	24,202	19,028
LIMITE INFERIOR	28,31	27,671	13,291	13,645

### 3.3 Avaliação do apoio na plataforma de força

Para avaliação do apoio foi realizada a coleta de dados de cada animal sobre uma plataforma de força na posição ortostática (em estação), quatro posicionamentos diferentes dependendo do membro amputado: três patas (Figura 1), membro anterior direito (Figura 2), membro anterior esquerdo (Figura 3), membro posterior direito (Figura 4) e membro posterior esquerdo (Figura 5).

Em cada posicionamento, o animal deveria estar completamente parado durante cinco segundos para coleta dos dados. Foram realizadas três repetições em cada posicionamento, com intervalo de 30 segundos entre elas, onde o animal descia da plataforma, sendo que essa era zerada. Foi utilizada uma plataforma de força OR6-6 *AMTI* (*Advanced Mechanical Technologies, Incorporation, USA*) (Figura 6), nivelada ao piso, medindo 464x508x82,5mm, equipada com placa analógica digital ADI 32, amplificador Mas-6 e *software* específico, localizada no Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano – Núcleo de Biomecânica do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria, e operada por um profissional da área.

Todas as coletas foram realizadas da mesma forma, em todos os animais dos Grupos 1, 2, 3 e 4, visualizados no quadro abaixo (Quadro 1).

<b>GRUPOS</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
1	Sem o membro Anterior Esquerdo
2	Sem o membro Anterior Direito
3	Sem o membro Posterior Esquerdo
4	Sem o membro Posterior Direito

Quadro 1 - Características dos animais de cada grupo utilizados para o experimento.



Figura 1 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com os três membros sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por seu proprietário para ilustração do procedimento.



Figura 2 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro anterior direito sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento.



Figura 3 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro anterior esquerdo sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento.



Figura 4 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro posterior direito sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento.



Figura 5 - Imagem fotográfica de um cão posicionado com o membro posterior esquerdo sobre a plataforma de força, para coleta de dados, sendo contido por um auxiliar para ilustração do procedimento.



Figura 6 - Imagem fotográfica em vista lateral da plataforma de força.

A plataforma realizava a quantificação da magnitude das forças de reação do solo (eixos X, Y e Z) através de transdutores do tipo *strain gages*, fixados em células de carga, localizados nos quatro cantos da plataforma, com frequência de aquisição de dados de 100 Hz. Após os dados coletados, eles foram armazenados e analisados por um programa específico: *Bioanalysis*, no padrão *Balance*, transferidos para o programa *Microsoft Excel*, em que o resultado final do tratamento dos dados designava a porcentagem (%) média de peso que cada animal apresentou em cada um dos quatro posicionamentos.

O primeiro posicionamento foi utilizado para normalização dos dados em função do peso corporal. Durante as coletas os animais foram posicionados sempre por duas pessoas, as quais participaram de todas as coletas para poder garantir o posicionamento adequado dos animais. Eles ficavam estáticos e alinhados, sempre com o corpo em linha reta e a cabeça voltada para frente do computador que coletava os dados.

### 3.4 Análise estatística

Foi realizada estatística descritiva para obtenção da média e do desvio padrão dos dados da plataforma de força dos grupos, utilizado o programa SPSS, versão 2010.

Primeiramente, foi realizado o teste de *Friedman*, para determinar se houve diferença no percentual apoiado entre os três membros em cada grupo.

Para comparar as diferenças entre os grupos quanto ao percentual de peso apoiado em cada membro procedeu-se, primeiramente, ao teste de *Kolmogorov-Smirnov*. O teste paramétrico ANOVA para comparar os grupos quanto a cada variável AD (Anterior Direito), AE (Anterior Esquerdo), PD (Posterior Direito) e PE (Posterior Esquerdo). Para verificar a homogeneidade de variâncias, suposição necessária além da normalidade dos dados para realização da ANOVA, foi utilizado o teste de *Levene*.

Nos casos em que o  $p < 0.05$ , ou seja, a suposição de homogeneidade de variância foi violada, impedindo, assim, o uso da ANOVA para comparar os grupos, aplicou-se o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, e nos casos em que foram atendidas as suposições ou pré-requisitos de normalidade e homogeneidade de variâncias para comparar os grupos foi utilizado o teste ANOVA (análise de variância).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Avaliação dos grupos

#### 4.1.1 Grupo 1

No grupo 1 foram avaliados os cinco animais sem o membro anterior esquerdo. A soma da média e o desvio padrão podem ser vistos na Tabela 2. Dos cinco animais avaliados neste grupo, 48,38% apoiaram o peso no membro anterior direito, os outros 51,62% foram distribuídos nos membros posteriores, sendo 28,61% no membro posterior direito e 23,01% no membro posterior esquerdo (Gráfico 1).

Tabela 2 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso do Grupo 1, sem o membro anterior esquerdo.

<b>GRUPO 1</b>	<b>MÉDIA %</b>	<b>DESVIO PADRÃO %</b>
Anterior Direito	48,38	15,231
Posterior Direito	28,61	11,254
Posterior Esquerdo	23,01	3,998

Neste grupo não foi observada diferença estatisticamente significante ( $p = 0,367$ ) entre o percentual médio de peso apoiado em cada membro avaliado.

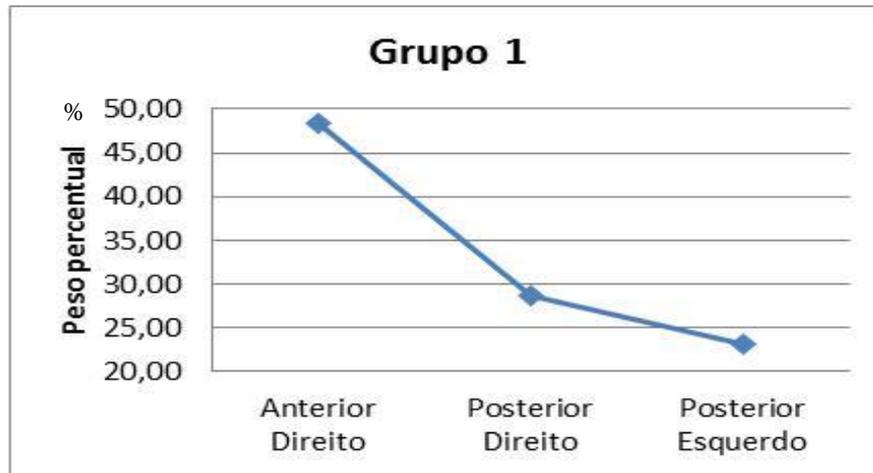


Gráfico 1 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AD, PD e PE, do Grupo 1.

#### 4.1.2 Grupo 2

No grupo 2 foram avaliados os animais sem o membro anterior direito. A soma da média e o desvio padrão podem ser vistos na Tabela 3. Neste grupo os animais apoiaram 39,26% do seu peso no membro anterior esquerdo e 60,74% do seu peso distribuídos nos posteriores, nos quais 28,27% no membro posterior direito e 32,47% no membro posterior esquerdo (Gráfico 2).

Tabela 3 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso das coletas do Grupo 2.

<b>GRUPO 2</b>	<b>MÉDIA %</b>	<b>DESVIO PADRÃO %</b>
Anterior Direito	.	.
Anterior Esquerdo	39,26	12,584
Posterior Direito	28,27	8,345
Posterior Esquerdo	32,47	5,418

Neste grupo não foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,691$ ) entre o percentual médio de peso apoiado em cada membro.

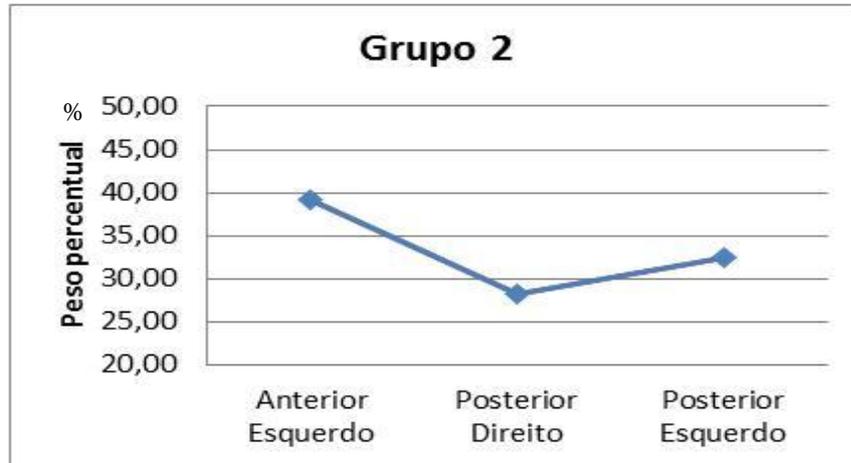


Gráfico 2 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AE, PD e PE do Grupo 2.

#### 4.1.3 Grupo 3

No Grupo 3 foram avaliados os animais sem o membro posterior esquerdo. A soma da média e desvio padrão podem ser vistos na Tabela 4. Neste grupo os animais apoiaram 76,10% do seu peso nos membros anteriores e 23,70% de peso no membro posterior direito. Deste peso transferido para os membros anteriores, 41,61% do peso foi do membro anterior direito e 34,49% do peso no membro anterior esquerdo (Gráfico 3).

Tabela 4 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso das coletas do Grupo 3.

GRUPO 3	MÉDIA %	DESVIO PADRÃO %
Anterior Direito	41,61	1,708
Anterior Esquerdo	34,49	4,266
Posterior Direito	23,7	5,67
Posterior Esquerdo	.	.

Neste grupo 3 foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,001$ ) entre o percentual médio de peso apoiado em cada membro dentro do grupo 3. Para identificar onde está essa diferença, foi realizado um teste para comparação múltipla, no qual, foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre o percentual

médio de peso apoiado no membro anterior direito e posterior direito. O percentual médio de peso no membro anterior direito é significativamente maior do que no posterior direito para os animais deste grupo.



Gráfico 3 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AE, AD e PD do Grupo 3.

#### 4.1.4 Grupo 4

No Grupo 4, foram avaliados os animais sem o membro posterior direito. A soma da média e o desvio padrão podem ser vistas na Tabela 5. Neste grupo também foi observado que os animais apoiaram mais seu peso nos membros anteriores, com 69,82% do peso transferido e apenas 30,18% do seu peso no membro posterior esquerdo. Do peso transferido para os membros anteriores, 23,37% foram do membro anterior direito e 46,45% do membro anterior esquerdo (Gráfico 4).

Tabela 5 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso das coletas do Grupo 4.

GRUPO 4	MÉDIA %	DESVIO PADRÃO %
Anterior Direito	23,37	1,459
Anterior Esquerdo	46,45	6,525
Posterior Direito	.	.
Posterior Esquerdo	30,18	5,084

No grupo 4, foi possível observar diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,001$ ) entre o percentual médio de peso apoiado em cada membro dentro do grupo 4. Para identificar onde está essa diferença, foi aplicado um teste de comparação múltipla de *Dunn*, no qual, foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre o percentual médio de peso apoiado no membro anterior direito e anterior esquerdo dentro do grupo 4. O percentual médio de peso no membro anterior esquerdo é significativamente maior que o anterior direito para os animais deste grupo.



Gráfico 4 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado nos membros AD, AE e PE do grupo 4.

## 4.2 Comparação entre os grupos

Em relação aos grupos foi comparado cada membro, realizado primeiramente o teste de *Kolmogorov-Smirnov* (SIEGEL, 1975).

Neste teste, não foi observada nenhuma rejeição à normalidade para nenhum dos membros avaliados (todos  $p > 0,05$ ). Foi então, realizada a análise estatística paramétrica utilizando ANOVA (WAYNE, 1995), para comparação da transferência de peso em cada membro, entre todos os grupos.

### 4.3 Análise da transferência de peso em cada membro

A análise foi iniciada pelo membro anterior direito em relação aos quatro grupos e ao grupo controle. A soma da média e o desvio padrão forneceram o Limite Superior e a subtração o Limite Inferior, visualizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valor médio e desvio padrão da porcentagem de peso do membro anterior direito nos Grupos 1, 3, 4 e Controle.

GRUPO	Anterior Direito %					
	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
GRUPO 1	5	48,380	15,231	50,485	22,310	59,791
GRUPO 2	0	.	.	.	.	.
GRUPO 3	5	41,607	1,708	41,392	39,943	44,390
GRUPO 4	5	23,372	1,459	22,581	22,010	25,075
Controle	6	33,145	4,835	32,645	25,690	40,620
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>36,460</b>	<b>11,896</b>	<b>35,130</b>	<b>22,010</b>	<b>59,791</b>

Verificada a normalidade dos dados, foi preciso realizar a análise dos grupos pelo teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* (Gráfico 5), teste não paramétrico “equivalente” a ANOVA, para analisar as médias de populações independentes (SIEGEL, 1975).



Gráfico 5 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro AD, nos Grupos 1, 3, 4 e Controle.

No membro anterior direito, foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,008$ ) entre os grupos, com relação ao percentual médio de peso apoiado. Foi efetuado o teste de comparação múltipla de *Dunn* para identificar onde está essa diferença, representado no Quadro 2.

Este teste demonstrou uma diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o percentual médio de peso apoiado no membro anterior direito entre os Grupos 1 e 4, e também entre os Grupos 3 e 4.

COMPARAÇÃO	p-VALOR
GRUPO 1x GRUPO 3	$p > 0,05$
GRUPO 1x GRUPO 4	$p < 0,05^*$
GRUPO 1x CONTROLE	$p > 0,05$
GRUPO 3x GRUPO 4	$p < 0,05^*$
GRUPO 3x CONTROLE	$p > 0,05$
GRUPO 4x CONTROLE	$p > 0,05$

Quadro 2 - Resultados da análise múltipla de Dunn, entre os Grupos 1, 3, 4 e Controle.

No membro anterior esquerdo foi realizado o teste de *Levene* para a homogeneidade de variâncias (ALMEIDA, 2008). Uma das suposições necessárias para

aplicar ANOVA (além da normalidade dos dados) são os diferentes grupos analisados que devem apresentar variâncias homogêneas, e neste caso não ocorreu ( $p$ -valor  $< 0,001$ ), conforme demonstrado na Tabela 7. No entanto, apesar de verificada a normalidade dos dados foi preciso proceder a análise dos grupos pelo teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* (Gráfico 6), teste “equivalente” a ANOVA, para analisar médias de populações independentes, pois neste caso cada grupo apresentou animais com diferentes tamanhos dos outros grupos (SIEGEL, 1975).

Tabela 7 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem de peso do membro anterior esquerdo dos Grupos 2, 3, 4 e Controle.

GRUPO	Anterior Esquerdo %					
	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
GRUPO 1	0	.	.	.	.	.
GRUPO 2	5	39,256	12,584	47,684	23,762	49,511
GRUPO 3	5	34,490	4,266	34,475	30,140	40,408
GRUPO 4	5	46,447	6,525	50,977	39,006	51,444
Controle	6	31,770	3,899	32,055	27,310	37,830
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>37,695</b>	<b>8,971</b>	<b>36,682</b>	<b>23,762</b>	<b>51,444</b>

No resultado deste teste, observou-se diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,043$ ) entre os grupos com relação ao percentual médio de peso apoiado. Foi então utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, para identificar onde estaria essa diferença (SIEGEL, 1975). Há diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,043$ ) entre os grupos com relação ao percentual médio de peso apoiado no membro anterior esquerdo. Para identificar onde estava diferença foi realizado teste de comparação múltipla de *Dunn*, de acordo com o demonstrado no Quadro 3.



Gráfico 6 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro AE, nos Grupos 2, 3, 4 e Controle.

COMPARAÇÃO	p-VALOR
GRUPO 2 x GRUPO 3	$p > 0,05$
GRUPO 2 x GRUPO 4	$p > 0,05$
GRUPO 2 x CONTROLE	$p > 0,05$
GRUPO 3 x GRUPO 4	$p > 0,05$
GRUPO 3 x CONTROLE	$p > 0,05$
GRUPO 4 x CONTROLE	$p < 0,05^*$

Quadro 3 - Resultados da comparação múltipla de Dunn, entre os Grupos 2, 3, 4 e Controle.

Neste teste foi possível verificar diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o percentual médio de peso apoiado no membro anterior esquerdo entre os Grupos 4 e Controle.

Em relação ao membro posterior direito não foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,167$ ) entre os grupos, com relação ao percentual médio de peso apoiado no membro posterior direito, como demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem de peso do membro posterior direito dos Grupos 1, 2, 3 e Controle.

GRUPO	Posterior Direito %					
	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
GRUPO 1	5	28,605	11,254	27,294	19,925	47,684
GRUPO 2	5	28,272	8,345	22,805	21,860	39,727
GRUPO 3	5	23,704	5,670	23,782	17,200	29,917
GRUPO 4	0	.	.	.	.	.
Controle	6	18,747	5,455	18,060	12,640	27,480
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>24,542</b>	<b>8,425</b>	<b>22,310</b>	<b>12,640</b>	<b>47,684</b>



Gráfico 7 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro PD, nos Grupos 1, 2, 3 e Controle.

No entanto, para o membro posterior esquerdo foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre os grupos, com relação ao percentual médio de peso apoiado, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem de peso do membro posterior esquerdo, nos Grupos 1, 2, 4 e Controle.

GRUPO	Posterior Esquerdo %					
	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
GRUPO 1	5	23,015	3,998	21,975	20,284	30,006
GRUPO 2	5	32,472	5,418	30,179	27,684	41,581
GRUPO 3	0	.	.	.	.	.
GRUPO 4	5	30,181	5,084	26,786	26,190	35,920
Controle	6	16,337	2,691	17,235	11,420	18,860
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>25,065</b>	<b>7,760</b>	<b>26,190</b>	<b>11,420</b>	<b>41,581</b>



Gráfico 8 - Média e desvio padrão da porcentagem de peso avaliado no membro PE, nos Grupos 1, 2, 4 e Controle.

Neste caso, o teste utilizado para análise múltipla foi o de Tukey para o membro posterior esquerdo (SIEGEL, 1975). Observou-se diferença estatisticamente significativa entre o percentual médio de peso apoiado no membro posterior esquerdo entre os Grupos 1 e 2 ( $p = 0,015$ ); Grupo 2 e Grupo Controle ( $p < 0,001$ ); Grupo 4 e o Grupo Controle ( $p < 0,001$ ), assim visualizado na Tabela 10.

Tabela 10 - Teste da análise múltipla de Tukey, do membro posterior esquerdo, nos Grupos 1, 2, 4 e Controle.

(I) GRUPO	(J) GRUPO	Mean			95% Confidence Interval	
		Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
1	2	-9,457000*	2,748138	,015	-17,26874	-1,64526
	4	-7,166400	2,748138	,078	-14,97814	,64534
	Controle	6,678133	2,631141	,089	-,80104	14,15731
2	1	9,457000*	2,748138	,015	1,64526	17,26874
	4	2,290600	2,748138	,838	-5,52114	10,10234
	Controle	16,135133*	2,631141	,000	8,65596	23,61431
4	1	7,166400	2,748138	,078	-,64534	14,97814
	2	-2,290600	2,748138	,838	-10,10234	5,52114
	Controle	13,844533*	2,631141	,000	6,36536	21,32371
Controle	1	-6,678133	2,631141	,089	-14,15731	,80104
	2	-16,135133*	2,631141	,000	-23,61431	-8,65596
	4	-13,844533*	2,631141	,000	-21,32371	-6,36536

#### 4.4 Comparação entre os grupos para o peso

Em relação ao peso dos animais entre os grupos não foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,292$ ) entre os grupos com relação ao peso dos animais estudados, conforme visualizado na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores médios e desvio padrão da porcentagem dos pesos médios de cada grupo.

GRUPO	Peso %					
	N	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
GRUPO 1	5	16,187	3,445	16,537	11,043	20,588
GRUPO 2	5	17,344	13,337	16,133	5,640	39,400
GRUPO 3	5	10,118	5,210	10,320	1,723	14,700
GRUPO 4	5	10,041	2,473	10,200	7,120	12,917
Controle	0	.	.	.	.	.
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>13,423</b>	<b>7,674</b>	<b>12,427</b>	<b>1,723</b>	<b>39,400</b>

## 5 DISCUSSÃO

Para correlacionar os dados de transferência de peso em cada membro de animais hípidos, com três membros, foram utilizados os dados da tabela de Barbosa (2008), considerados como grupo controle.

Pela pequena quantidade de indivíduos observados em cada grupo decidiu-se fazer comparação utilizando análise estatística não paramétrica, tipos de testes geralmente aplicados para análise de pequenos grupos, pois não exigem que os dados apresentem distribuição normal.

A cirurgia de amputação de membro pode ser realizada em qualquer animal, raça, idade e sexo (WEIGEL, 2007), sendo os caninos sem raça definida mais frequentemente submetidos a esta cirurgia (LALANDA, 2008), o que corrobora com este estudo, totalizando 60% destes animais, provavelmente por estarem mais expostos aos fatores etiológicos.

Em relação as etiologias que levaram às amputações de membros destes animais, não foram descritas neste estudo, mas segundo os autores Knapp e Constantinescu (2005), os traumas são a causa de maior incidência de amputações de membros em animais, indicando os acidentes automobilísticos como a principal etiologia do trauma.

Com relação ao tempo após a cirurgia, neste trabalho, foi avaliados os animais que tiveram um tempo mínimo de um mês até se adaptarem com a nova situação dada a eles e o máximo de tempo avaliado foi de nove anos. Conforme Kipernsteijn et al. (1999) e Liptak (2005), a grande maioria dos animais se adapta bem com a nova situação e consegue andar com três membros em aproximadamente 30 dias, sendo que muitos animais conseguem andar normalmente em aproximadamente dois dias após a cirurgia.

Existem vários estudos na medicina veterinária utilizando a plataforma de força como um sistema eficaz e objetivo para avaliar técnicas ortopédicas como: a análise de articulações (CONZEMIUS et al., 2003); comparar a artrotomia e artroscopia em ruptura do ligamento cruzado cranial (HOELZLER et al., 2004; MUZZI et al., 2009); avaliar articulação coxo femoral (BOCKSTHALER et al., 2007); avaliar a caminhada e a parada em bovinos neonatos (RODRIGUES et al., 2009); avaliação de ruptura de ligamento cruzado cranial em cães (SILVA et al., 2012), entre outros.

Contudo, as avaliações destes estudos foram realizadas na plataforma de força em padrão dinâmico para avaliar a marcha. Assim sendo, primeiro foi necessário avaliar os animais do Grupo Controle, onde os mesmos eram considerados normais, pois tinham seus quatro membros, para delimitar como é o apoio normal de cães em estação, utilizando os padrões considerados normais de Barbosa et al. (2011). No entanto, neste estudo foram avaliados animais amputado, e coletados seus dados na plataforma de força em padrão ortostático.

Como o enfoque deste estudo era considerar a transferência de peso em cada um dos três membros de cada animal, foi utilizada plataforma de força em padrão ortostático, bem como a indicação de Barbosa et al. (2011), pois em estação pode-se observar para qual membro o animal transfere seu peso. O ideal seria utilizar três plataformas de força para que se pudesse avaliar o peso dos três membros juntos, porém é um equipamento de alto custo. Desse modo, verificou-se que é possível observar a transferência de peso utilizando uma única plataforma, diminuindo o custo (BARBOSA, 2008).

Segundo Barbosa et al. (2011), a avaliação na plataforma de força em padrão ortostático do grupo controle mostrou que os animais hípidos com quatro membros apoiam mais o peso nos membros torácicos do que nos membros pélvicos, sendo que aproximadamente 64% nos membros torácicos e 36% nos pélvicos. Este fato é condizente com a anatomia destes animais, já que a cabeça e o tórax são estruturas mais pesadas, apoiando principalmente seu peso nos membros torácicos (WEIGEL, 2007).

As coletas de dados na plataforma de força foram realizadas todas em padrões estáticos, seguindo a indicação de Barbosa et al. (2011), a qual indica que os dados dos animais na plataforma devem ser coletados em padrões ortostático, o mesmo realizado neste estudo.

Nas avaliações dos grupos foi possível verificar para onde foi transferido o peso. No Grupo 1, animais que não tinham o membro anterior esquerdo, o peso transferido foi de 48,38% para o anterior direito e 28,61% para posterior direito, sendo somente 23,01% do peso transferido para o membro posterior esquerdo. Estes resultados condizem com os de Barbosa et al. (2011), os quais relatam que quando há uma lesão em um membro, conseqüentemente o peso será transferido para o lado contralateral, porém neste estudo os animais não têm nenhuma lesão no membro anterior esquerdo e sim a ausência dele. Não obstante, todos os três membros estão acima do limite superior

de transferência de peso utilizado neste estudo para comparação da normalidade, sugerido por Barbosa et al. (2011).

Já com o Grupo 2, os animais não tinham o membro anterior direito, o peso transferido para seu lado esquerdo foi de 71,73%, sendo que no anterior esquerdo o peso transferido foi de 39,26% e para seu posterior esquerdo de 32,47%. Barbosa (2008), em seu trabalho, relata que um animal que tem alguma lesão no membro anterior direito não transfere seu peso para o lado contralateral, dados estes que não se encontram neste estudo, devido a não estar se referindo a animais doentes e sim a animais com três membros, que acabam se adaptando com sua nova condição. Neste grupo também, os três membros estão acima do limite superior de transferência de peso da normalidade, sugerido por Barbosa et al. (2011).

Com os Grupos 3 (sem posterior esquerdo) e 4 (sem posterior direito), os animais acabaram distribuindo seus pesos nos membros anteriores, mas sempre ficando o lado que possui os dois membros com maior porcentagem de peso. No caso do Grupo 3 com 65,31% do peso transferido para seu lado direito, e no Grupo 4 com 76,63% do peso transferido para seu lado esquerdo.

Dessa forma, no Grupo 3 o membro anterior direito está acima do limite superior e os membros anterior esquerdo e posterior direito estão acima do limite inferior, quando comparados com a tabela de normalidade de Barbosa et al. (2011).

Porém, no Grupo 4 houve uma diferença, pois os membros anterior esquerdo e posterior esquerdo estão acima do limite superior e só o membro anterior direito está abaixo do limite inferior descritos por Barbosa et al. (2011).

Na comparação de todos os animais avaliados na plataforma de força foi possível estimar a transferência de peso em cada membro e compará-los entre os grupos. Para determinar esses valores de cada membro os posicionamentos utilizados na plataforma de força foram realizados conforme o estudo de Barbosa et al. (2011).

Em relação ao membro anterior direito o resultado do teste de *Dunn*, efetuado mediante o programa computacional *Statistix for Windows* (versão 7.0), demonstrou diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o percentual médio de peso apoiado no membro anterior direito entre os Grupos 1 e 4, e também entre os Grupos 3 e 4. O percentual médio de peso no membro anterior direito é significativamente menor no Grupo 4 em relação ao Grupo 1 e o Grupo 3. Dessa forma, no Grupo 4 os animais não tinham o membro posterior direito e acabaram transferindo mais seu peso para o anterior esquerdo.

Também foi realizado o mesmo teste no membro anterior esquerdo, para saber onde estava a diferença da transferência de peso, e foi possível verificar diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o percentual médio de peso apoiado no membro anterior esquerdo entre os Grupos 4 e Controle. O percentual médio de peso no membro anterior esquerdo é significativamente maior no Grupo 4 do que no Controle. Neste caso, isso ocorreu devido ao fato de se estar avaliando animais com três membros (Grupo 4) e animais com quatro membros (Grupo Controle).

Em relação ao membro posterior direito não foi observada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,167$ ) entre os grupos. Em relação ao membro posterior esquerdo, foi observada diferença estatisticamente e o teste utilizado para saber onde está a diferença foi análise múltipla Tukey (SIEGEL, 1975). Foi possível observar diferença estatisticamente significativa entre o percentual médio de peso apoiado no membro posterior esquerdo entre os Grupos 1 e 2 ( $p = 0,015$ ); Grupo 2 e Controle ( $p < 0,001$ ); Grupo 4 e Controle ( $p < 0,001$ ). O percentual médio de peso no membro posterior esquerdo foi significativamente maior no Grupo 2 do que no Grupo 1. O percentual médio de peso no membro posterior esquerdo é significativamente maior tanto no Grupo 2 quanto no Grupo 4, quando comparados ao Controle. Isto ocorre, pois no Grupo 2 os animais não possuem o membro anterior esquerdo e acabam transferindo seu peso mais para o lado oposto quando comparados com os do Grupo 4 e Controle que têm seus dois membros anteriores.

Em relação ao peso dos animais entre os grupos não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação ao peso dos animais estudados. Isto ocorre, pois neste estudo foram utilizados animais de rotina, não sendo possível ter uma homogeneidade do tamanho dos animais avaliados. Porém, este dado não altera a relação da distribuição de peso que o animal vai distribuir nos três membros.

A plataforma de força para avaliar a transferência de peso é um parâmetro que vem sendo utilizado na veterinária (BARBOSA, 2008), principalmente com a metodologia que foi utilizada neste trabalho. A plataforma também é vista como um método, em longo prazo, mais sensível que o exame radiográfico na detecção de alterações displásicas na articulação coxofemoral subclínicas, segundo Bockstahler et al. (2007).

Com os resultados deste estudo, foi possível avaliar para quais membros os animais apóiam mais seu peso, podendo futuramente prevenir nestes membros doenças

articulares. Pois estes membros que ficam sobrecarregados, devido à cirurgia de amputação.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste experimento, é possível concluir que:

- A amputação do membro anterior esquerdo (76,99%) e direito (71,73%) distribuem seu peso para os membros contra lateral;
- A amputação do membro posterior direito (69,82%) e o esquerdo (76,10%) distribuem mais peso para os membros anteriores, do que para seu lado contra lateral.
- A transferência de peso ocorre para o lado contra lateral, principalmente para o membro anterior, independente do membro que for amputado.

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA, D.; REZENDE, L.C.; MIGLINO, M.A.; MARIA, D.A. Osteossarcoma canino. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 6(10): 6, 2010.

ALLEN, K.; DECAMP, C.E.; BRADEN, T.D.; BAHNS, M. Kinematic gait analysis of the trot in healthy mixed breed dogs. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, 7: 148-153, 1994.

ALMEIDA, A.; ELIAN, S.; NOBRE, J. Modificações e alternativas aos testes de Levene e de Brown e Forsythe para igualdade de variâncias e médias. **Revista Colombiana de Estadística**, 31(2): 241-260, Diciembre, 2008.

AMADIO, A.C.; LOBO DA COSTA, P.H.; SACCO, I.C.N.; SERRÃO, J.C.; et al. Introdução à biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medicação. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 3(2): 41-54, 1999.

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, 21: 61-85, 2007.

ANDERSON, M.A.; MANN, F.A. Force plate analysis: a noninvasive tool for gait evaluation. **Small Animal Orthopedics**, Missouri, 15(7): 857-867, 1994.

BARBOSA, T.L.A. **Recuperação funcional coxo-femoral pós-operatória em cães: estudo clínico e biomecânico**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

BARBOSA, T.L.A.; SCHOSSLER, J.E.W.; BOLLI, C.M.; LEMOS, L.F.C.; MEDEIROS, C. Padronização e teste da plataforma de força em padrão ortoestático em cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(3): 559-566, 2011.

BARELA, A.; DUARTE, M. Utilização da plataforma de força para a aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, 6(1): 56-61, 2011.

BASTOS, A.G.D.; LIMA, M.A.M.T.; OLIVEIRA, L.F. Avaliação de pacientes com queixa de tontura e eletroneistagmografia normal por meio de estabilometria. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, Rio de Janeiro, 71(3): 305-310, 2005.

BERTRAN, J.E.A; LEE, D.V.; CASE, H.N. TODHUNTER, R.J. Comparison of the trotting gaits of Labrador Retriever and greyhound. **American Journal Veterinary Research**, 61(7): 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. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, 16(3): 153-157, 2003.

BOCKSTAHLER, B.A.; HENNINGER, W.; MULLER, M.; MAYRHOFER, E. et al. Influence of borderline hip dysplasia on joint kinematics of clinically sound Belgian Shepherd dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, 68(3): 271-276, mar., 2007.

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.

BRODEY, M.B. Neoplasias de membros torácicos e pélvicos. In: BIRCHARD; SHERDING. **Manual Saunders: clínica de pequenos animais**. 2. ed., 2005. p. 1303-1309.

BRODEY, R.S. Surgical treatment of canine osteosarcoma. **Journal American Veterinary Medical Association**, 147(7): 729-735, 1965.

BRODEY, R.S.; ABT, D.A. Results of surgical treatment in 65 dogs with osteosarcoma. **Journal American Veterinary Medical Association**, 168(11): 1032-1035, 1976.

BUDSBERG, S.C.; CHAMBERS, J.N.; LUE, S.L.; FOUTZ, T.L.; REECE, L. Prospective evaluation of ground reaction forces in dogs undergoing unilateral total hip replacement. **American Journal of Veterinary Research**, 57(12): 1781-1785, 1996.

BUDSBERG, S.C.; VERSTRAETE, M.C.; SOUTAS-LITTLE, R.W. Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, 48(6): 915-918, 1987.

CARVALHO, J.A. **Amputação de membros inferiores: em busca plena reabilitação**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002.

\_\_\_\_\_. **Amputações de membros inferiores: em busca da plena reabilitação.** 2. ed, Barueri, SP: Manole, 2003.

CASTRO, M. **Análise das forças e pressões plantares durante a marcha de pessoas com amputação femoral.** Dissertação (Mestrado), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

COLBORNE, G.R.; WALKER, A.M.; TATERSALL, A.J. FULLER, C.J. Effect of trotting velocity on work patterns of the hind limbs of greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, 67(8): 1293-1298, 2006.

CONZEMIUS, M.G.; APER, R.L.; CORTI, L.B. Short-term outcome after total elbow arthroplasty in dogs with severe, naturally occurring osteoarthritis. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, 32(6): 545-552, Nov.-Dec. 2003.

CRENSHAW, A.H. Amputações. In: CRENSHAW, A.H. **Cirurgia ortopédica de Campbell.** 8. ed. São Paulo: Manole, 1996. v. 1, p. 400-600.

DALY, R.W. Amputação do membro dianteiro. In: BOJRAB, M.J. **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais.** 3. ed. São Paulo: Roca, 2005. Cap. 47, p. 753-757.

DECAMP, C.E.; SOUTAS-LITTLE, R.W.; HAUPTMAN, J.; OLIVIER, B. et al. Kinematic gait analysis of the trot in healthy greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, 54(4): 627-634, 1993.

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.

DENNY, R.H.; BUTTERWORTH, J.S. Tratamento de fraturas. In: \_\_\_\_\_. **Cirurgia ortopédica de pequenos animais.** 4. ed. São Paulo: Roca, 2006. p. 64-127.

DERNELL, W.S. et al. Tumors of the skeletal system. In: WITHROW, S.J.; VAIL, D.M. **Small animal clinical oncology.** 4. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2007. p. 540-582.

DUARTE, M.; FREITAS, M.S.F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 14(3): 183-192, 2010.

ENOKA, R.M. Cinesiologia mecânica humana. In: \_\_\_\_\_. **Bases neuromecânicas da cinesiologia.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2000. p. 3-216.

FERREIRA, E.A.G. **Postura e controle postural**: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural. 2005. 80f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2005.

FOSSUM, T.W. Ortopedia. In: \_\_\_\_\_. **Cirurgia de pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: ROCA, 2005. p. 823-1184.

GARCEZ, T.N.A.; TEIXEIRA, F.S.; LAMBERTS, M.; MUCCILLO, M.S. et al., Condrossarcoma mixóide em um coelho. **Acta Scientiae Veterinariae**, 37(3): 295-299, 2009.

GARHAMMER, J. Biomecânica II. In: RASCH, P.J. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 70-77.

GILLETTE, R.L.; ZEBAS, C.J. A two-dimensional analysis of limb symmetry in the trot of Labrador retrievers. **American Journal of Veterinary Research**, 35(6): 515-520, 1999.

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

GUALBERTO, H. D. et al. Reabilitação do paciente amputado. In: LIANZA, S. **Medicina de Reabilitação**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2007, p. 237-247.

HOELZLER, M.G.; MILLIS, D.L.; FRANCIS, D.A.; WEIGEL, J.P. Results of arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, 33(2): 146-153, 2004.

JEVENS, D.J.; HAUPTMAN, J.G.; DECAMP, C.E.; BUDSBERG, S.C.; SOUTAS-LITTLE, R.W. Contributions of variance in force plate analysis of gait in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, 54(4): 612-615, 1993.

JOHNSON, A.L.; HULSE, D.A. Fundamentos da cirurgia ortopédica e tratamento de fraturas. In: FOSSUM, T.W. **Cirurgia de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2005. Cap. 38, p. 900-1016.

JOHNSON, A.L.; HULSE, D.A. Neoplasias ósseas. In: FOSSUM, T.W. **Cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 1338-1351.

JONGEWARD, S.J. Primary bone tumors. **Veterinary Clinics North American: Small Animal Practice**, 15(3): 609-637, 1995.

KIRPENSTEIJN, J.; VAN DEN BOS, R.; VAN DEN BROM, W.E.; HAZEWINKEL, H.A. Ground reaction force analysis of large breed dogs when walking after the amputation of a limb. **The Veterinary Record**, 146(6): 155-159, 2000.

KIRPENSTEIJN, J.; VAN DEN BOS, R.; ENDENBURG, N. Adaptation of dogs to the amputation of a limb and their owner's satisfaction with the procedure. **The Veterinary Record**, 144(5): 115-118, 1999.

KNAPP, D.W.; CONSTANTINESCU, G.M. Amputação e desarticulação da perna traseira. In: BOJRAB, M. J. (ed.). **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais**. 5. ed. São Paulo: Roca, 2005.

KONIG, E.H.; LIEBICH, G.H. Aparelho locomotor: In: KONIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Artmed, São Paulo, Brasil, 1: 4-15, 2002.

LASCELLES, X.D.B.; FINDLEY, K.; CORREA, M.; MARCELLIN-LITTLE, D.; ROE, S. Kinetic evaluation of normal walking and jumping in cats, using a pressure sensitive walkway. **The Veterinary Record**, 160(15): 512-516, 2007.

LEONARD, E.P. Amputations. **Orthopedic surgery of the dog and cat**. 2 ed. Philadelphia: Saunders, 1971, p. 278-287.

LIANZA, S. Avaliação da incapacidade. In: LIANZA, S. (org). **Medicina de reabilitação**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

LIPTAK, J.M.; DERNELL, W.S.; RIZZO, S.A.; WITHROW, S.J. Partial foot amputation in 11 dogs. **American Journal of Veterinary Research**, 41(1): 47-55, 2005.

LOTH, E.A. **Estudo da correlação entre posturografia dinâmica foam-laser e plataforma de força no teste de integração sensorial em adultos jovens normais**. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios na Comunicação Humana) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

MARTINS, E.S.M. **Eficiência da estabilometria e baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em pacientes vestibulopatas**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, 2010.

MAYER, A.; TIHANYI, J.; BRETZ, K.; CSENDE, Z. et al. Adaptation to altered balance conditions in unilateral amputees due to atherosclerosis: a randomized controlled study. **Bio Med Central musculoskeletal disorders**, 12(118): 1-7, 2010.

MUELLER, E.N.; BULLING, V.; BERSELLI, M. XAVIER, F.S. et al. Osteomielite canina reativa a pino intramedular. XV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, VII ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, Pelotas. **Anais...** 2006.

MUZZI, L.A.L.; REZENDE, C.M.F.; MUZZI, R.A.L. Physiotherapy after arthroscopic repair of the cranial cruciate ligament in dogs: I - clinical, radiographic, and ultrasonographic evaluation. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 61(4): 805-814, 2009.

NEWTON, C.D.; NUNAMAKER, D.M. Normal and abnormal gait, I. In: NUNAMAKER, D.M. **Textbook of Small Animal Orthopedics**. Philadelphia: Lippincott Company, 1985. p. 1083-1096.

NOVAK, V.C. **Análise da distribuição da pressão plantar e do equilíbrio em indivíduos com amputações unilaterais por meio de parâmetros baropodométricos e estabilométricos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, SP, 2010.

NOVALO, E.; PEDALINI, M.E.B.; BITTAR, R.S.M. et al. Posturografia dinâmica computadorizada: avaliação quantitativa de pacientes com vestibulopatia tratados por meio de reabilitação vestibular. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**, 12(2): 253-257, 2008.

OLIVEIRA, L.F. Estudo de revisão sobre a utilização da estabilometria como método de diagnóstico clínico. **Revista Brasileira de Engenharia**, Rio de Janeiro, 9(1): 37-53, jan/jun, 1993.

QUINN, M.M.; KEULER, N.S.; LU, Y.; FARIA, M.L. et al. Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. **Veterinary Surgery**, 36(4): 360-367, 2007.

RODRIGUES, B.L.; LAS CASAS, E.B.; FALEIROS, R.R.; MENZEL, H.J. Medição das forças de reação do solo em bovinos jovens nas situações de caminhada e de parada utilizando a plataforma de força. **Revista Brasileira de Biomecânica**, 10(18): 2009.

RUMPH, P.F.; KINCAID, S.A.; BAIRD, D.K.; KAMMERMANN, B.S. et al. Vertical ground reaction force distribution during experimentally induced acute synovitis in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, 54(3): 365-369, 1993.

SEBASTIÃO, R. **Análise cinemática da marcha**: estudo comparativo entre membro amputado e membro remanescente de amputados transfemorais. Dissertação de Licenciatura (Desporto de Reeducação e Reabilitação), Universidade de Desporto do Porto, Porto, Portugal, 2009.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

SILVA, F.R.; CARMONA, J.U.; REZENDE, C.M.F. Uso de plasma rico em plaquetas intra-articulares como tratamento pós-cirúrgico da ruptura do ligamento cruzado cranial num cão. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, 64(4): 847-852, 2012.

SUTHERLAND, D.H. The evolution of clinical gait analysis. Part II Kinematics. **Gait and Posture**, 16: 159-179, 2002.

STONE, E.A. Amputation. In: NEWTON, C.D.; NUNAMAKER, D.M. **Textbook of small animal orthopedics**. Philadelphia: Saunders, p. 577-588, 1985.

STRAW, R.C. Tumor of the skeletal system. In: WITHROW, S.J.; MACEWEN, E.G. **Small animal clinical oncology**. 2 ed. Philadelphia: WB Saunders, p. 287-315, 1996.

SUWANKONG, N.; MEIJ, B.P.; VAN KLAVEREN, N.J. et al. Assessment of decompressive surgery in dogs with degenerative lumbosacral stenosis using force plate analysis and questionnaires. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, 36: 423-431, 2007.

TOKURIKI, M. Electromyography and joint-mechanical studies in quadrupedal locomotion: walk. **Journal Veterinary Science**, 35: 433-446, 1973.

WALTER, R.M.; CARRIER, D.R. Ground forces applied by galloping dogs. **Journal of Experimental Biology**, 210: 208-216, 2007.

WAYNE, D.W. **Bioestadística**: base para el análisis de las ciencias de la salud. México: Limusa, 1995.

WEIGEL, J.P.; ARNOLD, G.; HICKIS, D.A.; MILLIS, D.L. Biomechanics of joint. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, 35(6): 1255-1287, 2005.

WEIGEL, P.J. Amputações. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2007. v. 2, p. 2180-2190.