GABRIELA CORREIA DE ALMEIDA E SILVA

**Análise cinemática da marcha de cães da raça
Golden Retriever saudáveis**

São Paulo
2006

GABRIELA CORREIA DE ALMEIDA E SILVA

Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Departamento: Cirurgia

Área de Concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ambrósio

São Paulo

2006

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1803
FMVZ

Silva, Gabriela Correia de Almeida e
Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever
saudáveis / Gabriela Correia de Almeida e Silva. — São Paulo: G. C. A.
Silva, 2006.
81 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2006.

Programa de Pós-graduação: Anatomia dos Animais Domésticos e
Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e
Silvestres.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ambrósio.

1. Análise de marcha. 2. Cinemática. 3. Biomecânica. 4. Cães. 5.
Golden Retriever. I. Título.

ERRATA

SILVA, G. C. A. **Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis.** [Kinematic analysis of the gait in healthy Golden retrievers]. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Folhas	Parágrafo	Linha	Onde se lê	Leia-se
Ficha catalográfica	3	1	81 f.	80 f.
Abstract	1	2	marcha de case	marcha de cães

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis", protocolado sob o nº946/2006, utilizando 07 (sete) cães, sob a responsabilidade do Dr. Carlos Eduardo Ambrósio (Pós-Doutorado do Departamento de Cirurgia), está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 16/08/06".

(We certify that the Research "Kinematic analysis of the gait in healthy Golden Retrievers", protocol number 946/2006, utilizing 07 (seven) dogs, under the responsibility of Dr. Carlos Eduardo Ambrósio, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved in the meeting of the day 08/16/2006).

São Paulo, 17 de agosto de 2006

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: SILVA, Gabriela Correia de Almeida e

Título: Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retrievers saudáveis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura _____ Julgamento: _____

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura _____ Julgamento: _____

Prof.Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura _____ Julgamento: _____

Ainda pior que a convicção do não, é a incerteza do talvez, é a desilusão de um quase.

É o quase que incomoda, que entristece, que mata trazendo tudo que poderia ter sido e não foi.

Quem quase ganhou ainda joga, quem quase passou ainda estuda, quem quase morreu está vivo,

Quem quase amou não amou.

Sobra covardia e falta coragem até pra ser feliz.

A paixão queima, o amor enlouquece, o desejo trai.

Talvez esses fossem bons motivos para decidir entre a alegria e a dor, sentir o nada, mas não são.

Se a virtude estivesse mesmo no meio termo, o mar não teria ondas, os dias seriam nublados e o arco-íris em tons de cinza.

O nada não ilumina, não inspira, não aflige nem acalma, apenas amplia o vazio que cada um traz dentro de si.

Não é que fé mova montanhas, nem que todas as estrelas estejam ao alcance, para as coisas que não podem ser mudadas resta-nos somente paciência, porém, preferir a derrota prévia à dúvida da vitória é desperdiçar a oportunidade de merecer.

Pros erros há perdão; pros fracassos, chance; pros amores impossíveis, tempo. De nada adianta cercar um coração vazio ou economizar alma. Um romance cujo fim é instantâneo ou indolor não é romance.

Não deixe que a saudade sufoque, que a rotina acomode, que o medo impeça de tentar.

Desconfie do destino e acredite em você. Gaste mais horas realizando que sonhando, fazendo que planejando, vivendo que esperando porque, embora quem quase morre esteja vivo, quem quase vive já morreu.

(Luis Fernando Veríssimo)

*Dedico esta pesquisa a todos os meus alunos
da Uni-Italo. Que sirva como incentivo à pesquisa
e o desenvolvimento da nossa profissão.*

A Deus, por estar sempre comigo.

*A minha mãe, Emilia , exemplo de perseverança, força e
competência.*

*A meu pai, Carlos Alberto (in memoriam), que mesmo
distante se faz presente a cada dia...*

*Aos meus irmãos Danillo e Daniela, por serem meus grandes
amigos e estarem sempre comigo.*

Ao meu melhor amigo Lucas Mariano...

*A minha eterna professora e exemplo profissional,
Normian Oliveira Loureiro, por tudo o que me
ensinou dentro e fora das salas de aula.*

*Aos animais, Winnie, Kyra, Atena,
Cher, Bianca, Lady,
Clara, Atchim, Ringo, Peter, Nya,
Thor, Hercules,
Winner, Oddie, Lucky, Hi e Panda.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Ambrósio, por ter aceito à orientação deste trabalho e por todo apoio não só no desenvolvimento da pesquisa, mas também para a conclusão da pós graduação. Obrigada pela orientação, ajuda, pelo companheirismo, compreensão.

À Profa. Dra. Maria Angélica Miglino, pela acolhida na veterinária, pela oportunidade que deu não só a mim, mas para outros profissionais fisioterapeutas.

Ao Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão, por ter aberto as portas do seu laboratório, pelo apoio, paciência e todo auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

À Profa. Dra. Normian Oliveira, pelo exemplo de luta e dedicação à fisioterapia.

Ao Allan Brenecke, por tudo que me ensinou em todos esses meses, pela paciência e ajuda na elaboração deste trabalho.

Ao Sandro Barone, o primeiro a escutar minha idéias e apoiar. Por toda a ajuda, em todas as coletas e no desenvolvimento da pesquisa.

À todo o Grupo do Laboratório de biomecânica, todos os estudantes, Thiago, Fernanda, Jaque, por terem auxiliado de alguma forma esta pesquisa.

Aos professores da Pós-graduação do programa de Anatomia de animais Domésticos e silvestres, Tatiana Carlesso dos Santos, José Roberto Kfoury Junior, Antonio Augusto Coppi Maciel Ribeiro, Francisco Javier Hernandez Blazquez, Paula de Carvalho Papa e Pedro Primo Bombonato.

Ao amigo Dr. André Gatti, que me ensinou bastante, auxiliou na parte de diagnóstico do trabalho e foi um bom companheiro nas aulas de Preparação pedagógica II.

Aos Amigos Matheus Tajra e Flavio Ribeiro pelo auxílio nas coletas, por todas as idéias trocadas e por estarem sempre comigo nesta caminhada, dentro e fora da USP, amigos para sempre.

Ao amigo Fauzi Kuhn, pelas dicas com a formatação do trabalho.

À amiga e colega de profissão Thais Gaiad pelo apoio e ajuda na realização desta pesquisa e por me ajudar a encontrar um estatístico.

Ao Felipe Gaiad, por ter ajudado nas análises estatísticas do trabalho.

À equipe do Canil GRMD pelo apoio e principalmente ao Junior por auxiliar nas coletas.

À Catia, radiologista do Hospital Veterinário da USP, que gentilmente radiografou todos os animais estudados.

À amiga Andréa Bogoslavsky que desde o primeiro dia do Mestrado foi a “melhor amiga”, por todo o apoio, companheirismo, broncas... Por ser hoje uma pessoa fundamental na minha vida. Amiga para sempre.

Aos funcionários e amigos, Ronaldo, Índio, Jaque, Maicon e Cauê pela atenção e trabalhos prestados.

Ao Augusto, pelo cuidado com os cães.

RESUMO

SILVA, G. C. A. **Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis.** [Kinematic analysis of the gait in healthy Golden retrievers]. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Através de um estudo cinemático, foi analisada a marcha de sete cães da raça Golden Retriever, fêmeas, idade entre 2 e 4 anos, peso variando de 21,5 a 28 Kg, clinicamente normais. Dados morfométricos foram coletados para descrever a população estudada. Variáveis de tempo e distâncias foram mensuradas para descrever a marcha. Movimentos de flexão e extensão foram descritos para a articulação escapuloumeral, cubital, carpal, coxofemoral, femorotibial e tarsal. A marcha foi caracterizada lateral e teve hipótese de normalidade aceita para todas as variáveis, exceto para o apoio de quadril e apoio de cúbito, considerando um grau de confiança de 95%, ou seja, nível de significância $\alpha = 0,05$. As variações foram atribuídas ao deslocamento do das tarjas durante o movimento e ao repetido número de avaliações. Conclusões: A análise cinemática provou ser um consistente método de avaliação do movimento durante a marcha canina e os dados obtidos podem ser utilizados na comparação em avaliações de marcha para outros estudos e base de normalidade quando comparados a evolução de tratamentos de cães com afecções musculoesqueléticas.

Palavras-chave: Análise de marcha. Cinemática. Biomecânica. Cães. Golden Retrievers.

ABSTRACT

SILVA, G. C. A. **Kinematic analysis of the gait in healthy Golden retrievers** [Análise cinemática da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis]. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Through a kinematic study, was analyzed the gait of seven Golden Retrievers dogs, females, age between 2 to 4 years, weight varied of 21,5 kg to 28 Kg, clinically normal. Morphometric data were collected to describe the sample population. Temporal variable and joint movements were measured to describe the gait. Flexions and extension movements were described for the scapulohumeral, elbow, carpal, hip, femorotibial and tarsal joints. The gait was characterized lateral and had hypothesis of accepted normality for all the variables, except for the support of hip and support of elbow joints, considering a reliable degree of 95% or either, level of significance 0,05. The variations were attributed to the displacement of the targets during the movement and to trial repetition of individual dogs. Conclusions: The kinematics analysis proved to be a consistent method of evaluation of the movement during the canine gait and the database derived from the normal population in this study can be used in the comparison in evaluations of gait for other studies and baseline normality when compared in treatment of dogs with musculoskeletal diseases.

Key-Words: Analysis of the gait. Kinematics. Canine biomechanics. Golden Retrievers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Imagem da coleta de dados que evidencia a marcha canina a qual o membro torácico esquerdo está terminando a fase de balanço, iniciando a fase de fase de apoio, repetindo o movimento do membro pélvico homolateral que já está apoiado. O membro torácico esquerdo e membro pélvico esquerdo ultrapassam os membros torácicos e pélvicos do hemicorpo direito, caracterizando a marcha lateral.....	27
Figura 2-	Membro pélvico direito em fase de estação, membro anterior direito em de fase de balanço, o antimerio direito esta projetado para frente, ultrapassando os membros do antimerio esquerdo, este momento analisado, os membros passam a idéia de comportamento independente como dois membros bípedes durante a marcha.....	31
Figura 3-	Ângulos articulares de interesse	42
Figura 4-	Imagem coletada durante a análise da marcha.	44
Figura 5-	Ângulos articulares analisados pelo sistema Peak Motus.....	47
Figura 6-	Análise do passo e passada do sujeito 1, utilizando o sistema de análise do movimento Peak Motus.	49
Figura 7-	Movimento articular de membros torácicos e pélvicos do cão da raça Golden Retriever.....	50
Figura 8-	Gráfico ilustrando o comportamento articular dos membros anteriores do cão da raça Golden Retriever, durante as fases de balanço, apoio e propulsão, durante uma passada	53
Figura 9-	Gráfico ilustrando o comportamento articular dos membros pélvicos do cão da raça Golden Retriever, durante as fases de balanço, apoio e propulsão, durante uma passada.....	54
Figura 10-	Gráfico ilustrando o passo de membro pélvico dos sete animais estudados, a variável foi analisada pelo método Kolmogorov-Smirnov, a hipótese de normalidade foi aceita, valor de $p = 0,15...$	55
Figura 11-	Gráfico ilustrando a articulação femorotibial durante a fase de apoio, a variável foi analisada pelo método Kolmogorov-Smirnov, a hipótese de normalidade foi aceita, valor de $p = 0,15.....$	56

Figura 12-	Gráfico ilustrando o comportamento da articulação do cúbito durante a fase de apoio, a variável foi analisada pelo método Kolmogorov-Smirnov, a hipótese de normalidade não foi aceita, pois o valor de p foi de 0,029.....	56
Figura 13-	Gráfico ilustrando o comportamento da articulação coxal o durante a fase de apoio, a hipótese de normalidade não foi aceita pois o valor de p foi de 0,031.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Médias dos valores dos dados morfométricos dos sete cães estudados.....	48
Tabela 2 -	Médias dos valores de passo e passada dos sete cães estudados	49
Tabela 3 -	Médias dos valores dos ângulos articulares dos setes cães estudados.....	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	LITERATURA	22
2.1	BIOMECÂNICA	23
2.2	ANÁLISE DO MOVIMENTO	24
2.3	MARCHA	25
2.4	LOCOMOÇÃO CANINA	28
2.5	ANÁLISE DA MARCHA	31
2.6	CINEMÁTICA	33
3	MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1	ANIMAIS	41
3.2	PROTOCOLO EXPERIMENTAL	43
3.2.1	Aquisição de sinais	43
3.2.2	Processamento	44
3.2.2.1	Captura do vídeo	44
3.2.2.2	Digitalização	45
3.3	Análise estatística	45
4.	RESULTADOS	46
4.1	DADOS MORFOMÉTRICOS	47
4.2	ANÁLISE DO PASSO E PASSADA	48
4.3	DINÂMICA DOS ÂNGULOS ARTICULARES E FASES DA MARCHA	50

4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
5	DISCUSSÃO	58
6	CONCLUSOES	65
7	REFERÊNCIAS	67
	ANEXO	73

1 INTRODUÇÃO

Nos Estados Unidos, apesar das técnicas de fisioterapia serem utilizadas na medicina veterinária há alguns anos, os fisioterapeutas só começaram a desempenhar um papel ativo na avaliação e tratamento de animais na década de 90, realizando um trabalho colaborativo com médicos veterinários, no tratamento de lesões músculo -esqueléticas, reumatológicas e neurológicas (BRAGA, 1999). A análise da marcha, auxilia de forma significativa esta avaliação pois fornece parâmetros biodinâmicos que permitem a interpretação de informações, detectando desvios em relação ao padrão de normalidade e ainda determina uma decisão racional sobre a indicação de procedimentos cirúrgicos, órteses, fisioterapia e medicamentos (AMADIO, 1996; ANDRADE et al., 2004).

O interesse nos padrões reais dos movimentos dos seres humanos e dos animais é observado desde a época pré-histórica, através de desenhos feitos em cavernas, estátuas e pinturas (WINTER, 1990). A medicina veterinária apresentava maior interesse na marcha de eqüinos, porém, nos últimos anos, o interesse pelo movimento de animais de pequeno porte vem apresentando rápido crescimento (OFFW, 1997).

A biomecânica descreve, analisa e modela os sistemas biológicos, explica como a forma de movimento do corpo dos seres vivos acontece na natureza, a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos. As áreas de investigação em biomecânica

são: antropometria, que são medidas inerciais do corpo, em animais é chamada morfometria, cinemetria, que trata das medições dos movimentos e posturas, dinamometria, estudo das forças de reação do solo (forças externas) e das pressões dinâmicas por partes do corpo na sua interação com o meio ambiente e eletromiografia, que é o estudo referente a potenciais elétricos da musculatura esquelética, na tentativa de avaliar ações, buscando verificar os níveis de participação de cada músculo ou parte dele. O movimento pode ser descrito e modelado matematicamente proporcionando maior compreensão dos mecanismos internos reguladores e executores do movimento do corpo (AMADIO, 1996). Embora a biomecânica seja relativamente jovem como um campo reconhecido da pesquisa científica, as considerações biomecânicas são valiosas em várias disciplinas científicas e em campos profissionalmente diferentes, por exemplo, os pesquisadores utilizam a mecânica, ramo da física que analisa forças e movimento, para estudar os aspectos anatômicos e funcionais dos organismos vivos, possuindo conhecimentos acadêmicos prévios em zoologia, medicina ortopédica, cardíaca ou desportiva, fisioterapia ou cinesiologia, tendo em comum um grande interesse nos aspectos biomecânicos da estrutura e função dos elementos vivos (HALL, 2000).

O cão da raça Golden Retriever vem apresentando crescente incidência de afecções músculo esqueléticas como a displasia coxofemoral, de acordo com Paster (2005), em estudo comparando a prevalência da Displasia, o Golden Retriever apresentou um aumento de 53% a 73% e o Rottweiler aumentou de 41% a 69% a incidência desta afecção. Segundo dados oficiais da OFA - Orthopedic Foundation for Animals (2005), o cão da Raça Golden Retriever ocupa o 32º lugar e o cão

Rottweiler ocupa a 30^a posição no ranking mundial de raças acometidas por esta doença.

De acordo com Tokuriki (1973) a marcha é a forma mais efetiva de locomoção, portanto este estudo aborda as variáveis da marcha do cão da raça Golden Retriever saudável, como avaliação do passo e passada, ou seja, comprimento do passo e passada dos membros torácicos e pélvicos, bem como a altura da passada de cada membro durante a marcha, a angulação articular nos picos de movimentos de flexo- extensão das articulações escapuloumeral, cúbito , carpal, coxofemoral (coxal), femorotibial e tarsal durante as fases de balanço, apoio e propulsão, visando estabelecer o padrão da marcha normal de cães da raça Golden Retriever e desta forma auxiliar o diagnóstico de afecções músculo-esqueléticas e neurológicas, auxiliar na escolha do tratamento mais apropriado, além de contribuir para uma melhor compreensão do complexo mecanismo que ungem os movimentos da locomoção.

2 Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Aristóteles, o animal que se move muda de posição pressionando o que está embaixo dele. Através desta declaração podemos concluir que o estudo do movimento centra-se em caracterizar a interação física entre um animal e seu ambiente físico (ENOKA, 2000).

Abordaremos nesta revisão de literatura a locomoção, o movimento animal e uma das suas formas de estudo.

2.1 BIOMECÂNICA

A biomecânica é uma disciplina que, entre as ciências derivadas das ciências naturais se preocupa com as análises físicas de sistemas biológicos, conseqüentemente, de análises físicas dos movimentos como uma ciência multidisciplinar para a investigação aplicada ao movimento, suas causas e fenômenos (AMADIO, 1999). O método utilizado pela biomecânica é o mesmo método da engenharia, que consiste na observação, experimentação, teorização, validação e aplicação (FUNG, 1990). Em 1979, a comunidade internacional adotou o termo biomecânica para a ciência que estuda os sistemas biológicos de uma perspectiva mecânica, estuda os aspectos anatômicos e funcionais dos organismos vivos, os fenômenos e as causas dos movimentos, normal ou patológico (HALL, 2000).

Os animais estão expostos às mesmas forças físicas que os objetos inanimados, logo a subdivisão da biomecânica é análoga à da mecânica física em

duas disciplinas: biodinâmica e bioestática. Estática é o estudo dos sistemas que se encontram em repouso ou em um estado de movimento constante. A dinâmica é o estudo do movimento em que há aceleração (GETTY, 1975; HALL, 2000). A biodinâmica se divide em cinética e cinemática. A bioestática estuda as forças e órgãos em estado de repouso ou em movimento em velocidade uniforme e em linha reta (GETTY, 1975).

É evidente que muitas afecções traumáticas, e sua terapia, no sistema locomotor tem uma base mecânica, de maneira que um conhecimento básico dos processos mecânicos no animal vivo é de grande vantagem para a medicina veterinária, humana e para compreensão dos movimentos (GETTY, 1975).

2.2 ANÁLISE DO MOVIMENTO

O filósofo grego Aristóteles foi um dos primeiros a estudar o movimento de uma forma sistematizada. Em suas obras podemos encontrar descrições das funções e características geométricas dos músculos. O trabalho deste e outros filósofos leva-nos hoje a olhar e compreender o movimento como algo resultante da constante interação entre o homem e o meio envolvente, porém, compreender o movimento não é uma tarefa fácil, uma vez que o aparelho locomotor do animal altera-se por si só (MANN, 1983; MEIJER, 2001; MATIAS, GAMBOA, 2005). O movimento é resultado da interação dos sistemas biológicos e as suas propriedades mecânicas, fazendo com que seu estudo seja feito numa perspectiva neurofisiológica e biomecânica, ou seja, neuromecânica (ENOKA, 2000). Esses

sistemas compostos por diversos elementos incluem o sistema fisiológico e anatômico, cada um com uma função relativa, única e necessária para a produção e regulação do mesmo (SAHRMANN, 2000).

Para analisarmos o movimento normal ou alterações no padrão do movimento em pacientes com problemas no aparelho locomotor e alterações corporais podemos utilizar diversos métodos como a cinemática, cinética, morfometria, eletromiografia (EMG), plataforma de forças e eletrogoniômetros (AMADIO; BAUMANN, 2000; BERTRAM et al., 2000; HARRIS, 1994; KOPF et al., 1998; VALLANI, 2004).

2.3 Marcha

Zoólogos concluíram que a maioria dos vertebrados incluindo o homem escolhem uma marcha que otimiza a economia ou consumo de energia metabólica para determinada velocidade (HALL, 2000), ou seja, a marcha normal é o movimento para frente com eficiência, uma vez que há um mínimo gasto de energia durante esta atividade. Qualquer desvio deste mínimo poderá ser denominado um padrão anormal de marcha, pois um aumento no deslocamento do centro de gravidade do corpo requer um gasto energético aumentado, criando uma demanda metabólica aumentada, resultando na diminuição da eficiência durante a locomoção e aumento da fadiga (GROSS, 2000). Ela pode ser definida como um estilo de deambulação que pode ser descrito e padronizado, seja ele normal ou patológico. De Camp (1997) define a marcha como uma maneira de movimentação, caracterizada por distinção, coordenação e movimentos repetidos de membros.

Para uma melhor compreensão, devemos dividir a marcha em eventos, e este deve ser dividido em fase e subfases para que ocorra um melhor entendimento deste processo complexo (ISHIDA, 1997).

O passo e a passada do indivíduo são analisados durante a marcha. De acordo com Barbanti (1994) o passo é definido como movimento de locomoção em que se desloca o ponto de apoio do corpo de um pé para o outro, por meio de um deslocamento para frente, para trás ou para os lados. A passada é definida como o período de tempo de um evento de um pé durante o período de apoio na locomoção até a ocorrência subsequente do evento no mesmo pé. Cada passada representa um ciclo da marcha que dividimos em dois períodos: apoio e balanço (ADAMS, 1998; VAUGHAN, 1992).

Apoio é o período em que o pé está em contato com a superfície de suporte, e se divide em cinco fases (subfases) contato inicial, resposta de carga, médio apoio, apoio terminal e pré-balanço (ADAMS, 1998). Vaughan (1992) estudou a marcha humana e subdividiu a fase de apoio em três: **Duplo apoio inicial**, quando ambos os pés estão em contato com o solo. **Apoio único**, quando um membro está em balanço e o outro contralateral está em apoio. **Segundo duplo apoio**, quando ambos os pés estão novamente em contato com o solo. Segundo este mesmo autor o ciclo da marcha ainda pode ser dividido em 8 eventos, cinco durante a fase de apoio e três durante a fase de balanço. Os cinco que ocorrem durante a fase de apoio são os mesmo citados acima por Adams (1998). Na fase de balanço os três eventos ocorridos são: **aceleração ou propulsão**, que se inicia assim que pé deixa o solo e o sujeito ativa os músculos flexores para acelerar a perna para frente.

Médio Balanço coincide com o médio apoio do outro pé. **Desaceleração:** descreve a ação dos músculos em diminuir a velocidade da perna e estabilizar o pé preparando para o próximo passo.

Segundo Gross (2000) para avaliarmos a marcha anormal é necessário o conhecimento da marcha normal ou funcional. A marcha canina normal ou funcional ocorre quando a pata de um dos lados do membro torácico realiza os mesmos movimentos que a pata homolateral dos membros pélvicos (Figura 1) ou em diagonal quando a pata do membro torácico executa o mesmo movimento que a pata contra lateral do membro pélvico, havendo um equilíbrio adequado das forças. O peso é sustentado pelos coxins plantares e em seguida pelos coxins digitais (BOMBONATO et al., 2005).

Figura 1- Imagem da coleta de dados que evidencia a marcha canina a qual o membro torácico esquerdo está terminando a fase de balanço, iniciando a fase de fase de apoio, repetindo o movimento do membro pélvico homolateral que já está apoiado. O membro torácico esquerdo e membro pélvico esquerdo ultrapassam os membros torácicos e pélvicos do hemicorpo direito, caracterizando a marcha lateral.

Alguns fatores importantes podem afetar a marcha, são eles: dor, fraqueza muscular e amplitude anormal do movimento. A marcha anormal nas afecções do quadril, por exemplo, é produzida por dor, deformidade, rigidez ou alterações posturais (CORRIGAN, 2000). A dor tem como efeito observável na marcha a diminuição na fase de acomodação, em humanos, ou apoio em cães e menor contato no solo com a parte álgica (DECAMP, 1997). A fraqueza afeta a marcha com relação à movimentação aumentada ou diminuída na articulação quando o músculo normalmente se contrai. A compensação habitualmente ocorre em outras articulações, no caso de cães, a compensação pode ocorrer em membros anteriores. Já a amplitude anormal do movimento leva a uma compensação em outras articulações para permitir carga e elevação do membro.

2.4 A LOCOMOÇÃO CANINA

A locomoção, uma característica dos animais, é o processo pelo qual o animal se move de uma posição geográfica para outra. Ela inclui início, parada, mudanças na velocidade, alterações na direção e adaptações para as mudanças da inclinação do terreno. Os animais apresentam um deslocamento rítmico das partes do corpo, que mantém em progresso constante para frente (INMAN et al., 1998). Ao andar lentamente os animais tendem a coordenar os quatro membros de modo que três patas fiquem apoiadas, como o lactente que engatinha, que avança um membro apenas quando os outros três estão apoiados no solo (INMAN et al., 1998). Griffin (2004) compara a locomoção humana e a animal onde os membros torácicos e pélvicos do cão se comportam como dois membros bípedes independentes durante a marcha.

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

Durante a análise da locomoção, devemos nos atentar a fatores que implicam de forma relevante à qualidade do movimento como a região dorsal e a região lombar que têm importante participação no alinhamento postural. Tanto o comprimento do dorso quanto da região lombar devem ser enquadrados no padrão da raça objetivando o tipo de movimentação característica favorecendo um melhor desempenho muscular otimizando as funções específicas de cada raça, como corrida, galope etc. (BOMBONATO et al., 2005).

A marcha canina pode ser dividida em dois grupos: simétrica e assimétrica. Na marcha simétrica observamos que o trote e o passo dos membros de um lado do corpo são repetidos do outro lado do corpo. Na assimétrica observamos uma rotação no galope (andar bamboleante) e os movimento do membro de um lado do corpo não se repetem do lado oposto, incluindo outros sinais clínicos complexos (DECAMP, 1997). A marcha normal ou simétrica ainda pode ser dividida em dois tipos: lateral, quando a pata de um lado do membro torácico realiza o mesmo movimento que a pata homolateral do membro pélvico subsequente ou diagonal, quando a pata de um dos lados dos membros torácicos executa o mesmo padrão de deambulação que a pata contralateral dos membros pélvicos (BOMBONATO et al., 2005).

DeCamp (1997) definiu o período em que as extremidades distais do membro torácico e pélvico ficam em contato com o solo, como fase de estação e a fase do balanço como o período em que o membro está no ar. Na fase de estação o peso do animal está distribuído em quatro pontos de pressão, quando um membro se movimenta, há uma redistribuição do peso nos outros três membros pelo ajuste postural (COULMANCE, 1979) (Figura 1).

Os ciclos da marcha são definidos por dois períodos que são a fase de apoio e a fase de balanço. Estes períodos são separados por dois eventos: o instante em que o pé faz o contato com o solo e o instante em que o pé deixa o solo. Um ciclo completo compreende a retirada ou colocação do pé até a sua retirada ou colocação novamente no solo, ou seja, uma passada (ENOKA, 2000). O ciclo da marcha do quadrúpede pode ser definido como a série dos eventos que inclui todos os quatro membros. A caminhada inclui dois ou três membros na fase de estação. O ciclo da marcha para o trote tem dois membros na fase de estação. O trote coloca geralmente dois membros em contato com o solo (DECAMP, 1997). Durante as fases da marcha, o cão realiza movimentos que determinam as subfases. No apoio inicial o membro inicia seu contato com o solo, quando o membro já está totalmente apoiado ele recebe a carga, inicia transferência de peso para os outros membros para iniciar a fase de propulsão (aceleração), realiza o balanço e inicia uma extensão do membro para a acomodação ou desaceleração, uma preparação para um novo apoio e o início de um novo ciclo.

Figura 2- Membro pélvico direito em fase de estação, membro anterior direito em fase de balanço, o antímero direito está projetado para frente, ultrapassando os membros do antímero esquerdo, este momento analisado, os membros passam a idéia de comportamento independente como dois membros bípedes durante a marcha.

A marcha de cães com afecções músculo -esqueléticas será de alguma forma alterada, como cães displásicos, por exemplo, que apresentam aumento do ângulo de adução e abdução coxofemoral, comparados a cães saudáveis. A velocidade angular (velocidade em que o ângulo articular se altera) da articulação coxofemoral é maior, do médio apoio ao apoio final, indicando uma compensação na marcha, resultando em desconforto biomecânico, atribuído também à doença articular degenerativa (POY, 2000).

2.5 ANÁLISE DE MARCHA

De acordo com Wingfield (1993) o primeiro registro quantitativo de marcha foi citado por Marey em 1874, no livro "*Animal mechanism, a treatise, on terrestrial and aerial locomotion*", utilizando um dispositivo de registro pneumático.

A análise clínica da marcha é feita apenas através da observação visual, que é útil, porém, limitada, é mais descritiva do que quantitativa, ou seja, pouco precisa, enquanto a análise quantitativa vai a um estágio mais evoluído da avaliação, medindo os passos sincronizadamente, calculando variáveis de distância e variáveis angulares (CLAYTON, 1991; HARRIS, 1994). Isso ocorre em estudos realizados em laboratório, onde três análises interdependentes são feitas: observação visual, mensuração quantitativa e análise biomecânica. A combinação das três técnicas compreende em uma análise de marcha ou avaliação de marcha mais eficiente (SALEH, 1985). De acordo com Guo (2002), a análise laboratorial da marcha é de fácil uso e pode fornecer resultado visual, o que leva a uma rápida compreensão.

Uma importante vantagem da análise de marcha canina em laboratório é a avaliação da angulação articular ativa, onde analisamos o movimento realizado por um indivíduo sem qualquer auxílio. De acordo com Marques (2003) quando a amplitude é realizada ativamente, o examinador tem a informação exata sobre a capacidade e coordenação da amplitude do movimento articular. Ao avaliar a amplitude de movimento ativa e o indivíduo ao completar o movimento sem esforço e sem dor tem - se a noção exata da real condição da angulação articular. Isto não é possível na análise feita com o uso de goniômetros, onde o animal encontra - se sedado e o movimento é analisado passivamente.

2.6 CINEMÁTICA

A análise do movimento através da simples observação do sujeito pode ser otimizada pela captura de imagens através de câmeras de vídeos permitindo o estudo do movimento no tempo e no espaço (MATIAS; GAMBOA, 2005).

A cinemática é uma técnica baseada na análise de eventos definido pela trajetória de um ponto que tenha uma posição anatômica fixa no corpo durante a marcha (STANHOPE, 1990). Ela busca medir parâmetros do movimento como posição, orientação, velocidade e aceleração através de imagens registradas do movimento, e através de um software específico, onde essas variáveis são calculadas (AMADIO, 1999). Ela tem sido utilizada com o objetivo de caracterizar o movimento articular nas mais variadas espécies e para caracterizar a amplitude de movimento em cães saudáveis e com afecções ortopédicas, através de análise das variáveis espaciais e temporais do indivíduo, descreve o movimento incluindo o padrão e a velocidade das seqüências de movimentos realizados pelos segmentos corporais que freqüentemente correspondem ao grau de coordenação motora demonstrada pelo indivíduo (HALL, 2000; MARSOLAIS et al., 2003; WINGFIELD, 1993).

Os dados cinemáticos dão precisão elevada, com traduções do segmento do corpo em análises dinâmicas subseqüentes, eliminando a subjetividade e o erro da análise humana. É um processo rápido de coleta de dados em tempo real (MANN, 1983).

A análise cinemática da marcha canina tem sido abordada por diversos autores, em 2003 por Nielsen et al, que analisou os membros anteriores de cães saudáveis, de várias raças e através de estudos morfométricos encontrou uma variação entre os cães de 13% a 38%. Neste estudo, as variáveis de angulação articular, reação de força, momento de força e mecânica das articulações metacarpofalangeana, carpo e cotovelo foram coletadas, com exceção da angulação articular do escapuloumeral que não foi coletada, pois não foi colocada uma marca reflexiva na escápula, um significativo desvio padrão para a articulação metacarpofalangeana foi encontrado. Marsolais et al. (2003), analisou a amplitude do movimento articular de quadril, joelho e tarso durante a natação e a marcha de cães saudáveis e cães submetidos à cirurgia de correção de ruptura do ligamento cruzado anterior e concluiu que em cães saudáveis, a natação resultou em um significativo aumento da amplitude de movimento articular de quadril em comparação a marcha, mas em cães com rupturas do ligamento cruzado anterior, a amplitude articular do quadril não apresentou uma diferença significativa entre a natação e a caminhada. Para cães de ambos os grupos a natação resultou em aumento de amplitude articular de joelho e tarso durante a natação, primeiramente atribuído a grande flexão, concluindo que a terapia aquática pode ser de grande valia na recuperação da amplitude de movimento em cães que sofreram ruptura de ligamento cruzado cranial. POY et al. (2000), descreveu a marcha de cães portadores de displasia coxofemoral moderada e severa, graus de movimento de abdução e adução da articulação coxofemoral, movimento mediolateral do pé, comprimento do passo de membros pélvicos, máxima elevação do membro pélvico (altura do passo), movimento mediolateral da pelve, e velocidade angular da articulação coxofemoral foram coletados. Poy (2000) constatou que cães displásicos têm um grande aumento no grau de

adução da articulação coxofemoral e um aumento da amplitude do movimento de flexo- extensão em comparação com os cães saudáveis do grupo controle. Bennet (1996) também comparou a marcha de cães saudáveis e displásicos e concluiu que cães displásicos têm súbitas alterações na dinâmica dos ângulos de flexão e extensão articular e na velocidade angular dessas articulações, apresentam ainda, um aumento no comprimento do passo e uma diminuição no pico de força vertical. De Camp (1996) descreveu a claudicação em cães com ruptura de ligamento cruzado cranial constatando que a ruptura do ligamento cranial afeta o movimento das articulações coxofemoral e tarsal, assim como a articulação femorotibial, durante a marcha. Existe uma compensação das articulações coxo femoral e tarsal devido a disfunção da articulação do joelho. Em 1997, este mesmo autor estudou abordou a claudicação, onde a terminologia básica da marcha foi discutida. As forças de reação do solo, a flexão e a extensão dinâmica e as velocidades angulares foram descritas durante a marcha e o trote. Mclaughlin (2001) também abordou através de uma revisão de literatura a claudicação canina e sua melhor compreensão através da análise cinética e cinemática. Colborne (2005) analisou os membros pélvicos de Labradores e Greyhounds durante a marcha e verificou diferenças importantes na amplitude de movimento articular entre as duas raças, sendo que o cão da raça Greyhound apresentou maior angulação articular de joelho e tarso, relatou, também, uma grande diferença na mecânica da pelve entre os dois cães estudados. Charteris, Leach e Taves (1979) mostraram a aplicabilidade de uma técnica ciclográfica usada, até aquele ano, para análise em humanos, em uma análise cinemática da locomoção em quadrúpedes. A comparação foi feita durante a marcha, o trote e o galope.

O estudo cinemático também foi realizado por Tashman et al. (2004) , para caracterizar a alteração inicial no movimento de articulações com deficiência no ligamento cruzado anterior e verificar as mudanças que esta articulação sofre em um período de dois anos, deixando claro a importância da análise cinemática na investigação de afecções músculo- esqueléticas.

Para análises bidimensionais ou tridimensionais do movimento a sociedade Internacional de Biomecânica (International Society Biomechanics - ISB) sugeriu normalizações para o sistema de referência de medidas biomecânicas como:

- eixo X horizontal na direção do movimento;
- eixo Y vertical paralelo a direção da força da gravidade;
- eixo Z horizontal na direção perpendicular a direção do movimento (AMADIO, 1996).

As variáveis cinemáticas estão envolvidas na descrição do movimento independente das forças que o causam. Ela inclui deslocamento linear e angular, velocidade e aceleração. Os dados de deslocamento são referentes a marcas anatômicas como: centro de gravidade dos segmentos corporais, centro de rotação articular, extremidades dos membros ou proeminências anatômicas (WINTER, 1990).

As análises cinemáticas são normalmente baseadas em um conjunto de dados de posição x tempo, obtido com auxílio de câmeras de vídeo, resultando em um conjunto de imagens fixas (quadros) que são projetadas individualmente sobre um equipamento de medida, e a localização dos pontos pré - determinados podem ser efetuadas. O digitalizador determina as coordenadas (x, y) desses pontos de referência (AMADIO et al., 1999; ENOKA, 2000).

Esta análise consiste no registro de imagens do movimento e conseqüentes reconstruções dos pontos marcados. As imagens serão registradas por um sistema de câmeras, software e hardware (ÁVILA et al. 2002).

As coordenadas x, y, z definem o espaço tridimensional. O par dessas coordenadas define planos bi - dimensionais. Em termos anatômicos estes três planos são definidos como transversal (x), sagital (z) e frontal (y) (WEIGEL, 1992).

3 Material e Método

3 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Para analisarmos a morfometria, foram considerados o comprimento dos segmentos corporais, a circunferência do tórax e altura de cada animal para verificar possíveis variações entre os cães estudados.

Os animais foram avaliados individualmente, em estação. Com a utilização de uma fita métrica os segmentos de braço, antebraço, coxa, perna, e tórax foram mensurados. A altura de cada animal foi medida da escápula (cernelha) até o quinto metacarpo.

Os seguimentos de referência foram: úmero, ulna, carpo, fêmur, tíbia, tarso, e tórax (processo xifóide).

Cada segmento foi avaliado três vezes para minimizar possíveis erros de medida, sendo utilizado para a análise, a média das três medidas.

Para analisarmos os dados cinemático utilizamos uma câmera digital (Panasonic, modelo PV-GS50S), com capacidade de aquisição de 60 Hz fixa a um tripé, foi colocada no plano transversal do lado direito de cada sujeito com uma distância de 4 m. Um espaço bidimensional foi estabelecido para a caminhada (3 x 1m).

A calibração do vídeo foi feita com a filmagem de quatro tarjas reflexivas fixas em um quadro medindo (1m x 1m) para reconhecimento das coordenadas (X, Y) no espaço testado.

O Sistema Peak Motus, um dos instrumentos da cinemetria, foi utilizado para registrar o posicionamento e deslocamento dos segmentos corporais em fases distintas do movimento, a partir da marcação dos pontos articulares de interesse.

Para controlar a aquisição, leitura, digitalização, tratamento, armazenamento dos parâmetros cinemáticos e sincronização de dados utilizamos o Software Peak Motus 8.0 desenvolvido pela Peak Performance Technologies, Inc.

Marcas reflexivas adesivas 3M foram colocadas nos animais utilizando uma cola adesiva própria. Estas marcas identificam um ponto no espaço, destacando a imagem em um ambiente escuro com uma luz incidindo sobre elas.

3.1 ANIMAIS

Foram estudados sete cães da raça Golden Retriever, fêmeas, idade média de 3 anos (2 a 4 anos), peso médio de 23,26 kg (21,5 a 28 Kg), submetidos a avaliação física e radiológica, isentos de afecções músculo- esqueléticas e neurológicas, sem histórico de claudicação em qualquer um dos quatro membros.

Os animais foram radiografados no setor de Radiologia do Hospital Veterinário da Universidade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Os laudos radiográficos foram feitos no Hospital veterinário Saúde animal em São Bernardo do Campo- SP, e foram anexados ao trabalho.

Para a coleta de dados os cães foram tricotomizados nos locais correspondentes aos pontos anatômicas de interesse neste estudo.

3.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

As marcas reflexivas, medindo aproximadamente 2 cm de diâmetro, com exceção da articulação metacárpica e metatársica que mediam aproximadamente 1 cm de diâmetro, foram colocadas nos pontos anatômicos pré determinados localizadas por inspeção e palpação pelo mesmo pesquisador no antmero direito de cada animal (HOTTINGER, 1996).

Os pontos anatômicos determinados foram:

- espinha da escápula/ acrômio.
- articulação do escapuloumeral: tubérculo maior do úmero.
- articulação do cotovelo: epicôndilo lateral do úmero.
- articulação do carpo: processo estilóide da ulna.
- articulação metacarpofalangeana: cabeça do quinto metacarpo.
- crista ilíaca.
- articulação coxofemoral: trocânter maior do fêmur.
- articulação do joelho: côndilo femoral.
- articulação do tarso: maléolo lateral.
- articulação metatarsofalangeana: cabeça do quinto metatarso.

Na face medial corpórea esquerda do cão foram colocadas marcas no segundo metatarso e segundo metacarpo dos membros esquerdo e, na vista dorsal, a marca foi colocada na crista sagital do crânio (figura 2).

Figura 3 - Ângulos articulares de interesse

3.2.1 Aquisição de Sinais

Calibração: para a captação dos dados cinemáticos há a necessidade de calibração do espaço no qual será realizado o estudo. É necessário introduzir e filmar um objeto calibrador com coordenadas conhecidas. A extensão do espaço calibrado é de fundamental importância já que os métodos de reconstrução são mais precisos dentro do espaço calibrado (NIGG et al., 1994).

Cada animal caminhou no espaço calibrado, conduzido pelo pesquisador de 10 a 15 vezes, todas as tentativas foram filmadas, três filmagens foram escolhidas aleatoriamente para cada animal, a velocidade foi controlada com o uso de cronômetro.

O ambiente deve estar com mínima iluminação. Um refletor de luz foi utilizado para aumentar a iluminação das marcas reflexivas colocadas nos pontos anatômicos de cada animal (Figura 3).

O movimento foi analisado no plano sagital, através de uma análise bidimensional, com a utilização de uma única câmera colocada perpendicularmente ao plano estudado.

Figura: 4- Imagem coletada durante a análise da marcha.

3.2.2 Processamento

O estudo do movimento está atualmente suportado por tecnologia, o que permite a aquisição de variáveis, que ao serem digitalizadas e transmitidas para um computador abre grandes possibilidades de processamento deste sinal para extração de informações relevantes.

3.2.2.1 Captura do vídeo

Este processo consiste em transportar as imagens capturadas pela câmera para o software de análise. Três das tentativas registradas, por cão, foram selecionadas para o estudo de acordo com a velocidade estudada e com a qualidade da imagem.

3.2.2.2 Digitalização

Consiste em determinar as coordenadas bidimensionais dos pontos de interesse para reconstrução da trajetória das mesmas. Cada ponto articular determinado com as marcas reflexivas é digitalizado durante os 6 passos, 3 passadas de cada animal, em um espaço determinado de 3 m² com velocidade de 0,85 m/s. Foram digitalizados três vídeos por sujeito estudado.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de normalidade, pelo método de Kolmogorov-Smirnov, que é uma prova de aderência que mede o grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais e uma determinada distribuição teórica, ou seja, pode ser aplicado para testar se a característica estudada da amostra é oriunda de uma população com distribuição normal, foi aplicado para verificar se os valores relacionados a cada variável respeitam uma distribuição normal de Gauss, considerando um intervalo de confiança de 95%, ou seja, nível de significância $\alpha = 0,05$ (SIEGEL, 1975).

4 Resultados

4 RESULTADOS

Foram analisadas variáveis morfométricas como altura, peso, comprimento dos segmentos de braço, antebraço, perna, coxa e diâmetro do tórax de cada animal e, também, variáveis cinemáticas como o comprimento do passo, comprimento e altura da passada, a máxima flexão e extensão das articulações tarsal, femorotibial, coxofemoral, carpal, cubital e escapuloumeral durante a marcha (Figura 3).

Figura 5- Ângulos articulares analisados pelo sistema Peak Motus.

Os movimentos Analisados durante as fases da marcha foram:

- flexão: diminuição do ângulo articular.
- extensão: aumento do ângulo articular (BARBANTI,1994).

4.1 DADOS MORFOMÉTRICOS

O comprimento do braço, antebraço, carpo, coxa, perna e tarso, foi analisado apenas do antmero direito de cada um dos cães, lado também utilizado para as

filmagens, uma vez que todos os animais utilizados no estudo não apresentam afecções músculo- esqueléticas e assimetrias (Tabela 1).

TABELA 1: Médias dos valores dos dados morfométricos dos sete cães estudados			
Variável	Unidade	Média	Desvio Padrão
Braço	[cm]	18,71	0,75
Antebraço	[cm]	18,86	0,94
Carpo	[cm]	5,78	0,39
Coxa	[cm]	19,71	0,90
Perna	[cm]	19,07	1,27
Tarso	[cm]	11,14	0,62
Torax	[cm]	70,43	2,45
Altura	[cm]	55,21	0,95
Peso	[Kg]	23,26	1,91

Para todas as variáveis morfométricas analisadas foi aceita a hipótese de normalidade pelo métodos Kolmogorov- Smirnov, valor de p 0,15.

4.2 VARIÁVEIS TEMPORAIS: ANÁLISE DO PASSO E PASSADA

Para cada sujeito foram analisados seis passos e três passadas por vídeo (figura 4), totalizando dezoito passos e nove passadas avaliadas, chegando a média de cada sujeito e a média do grupo analisado (tabela 2).

TABELA 2- Médias dos valores de passo e passada dos sete cães estudados

Variável	Unidade	Média	Desvio Padrão
Comprimento do passo do membro torácico	[cm]	40,40	2,65
Comprimento da passada do membro torácico	[cm]	79,63	4,81
Altura da passada do membro torácico	[cm]	6,03	1,5
Comprimento do passo do membro pélvico	[cm]	39,35	1,92
Comprimento da passada do membro pélvico	[cm]	77,52	3,43
Altura da passada do membro pélvico	[cm]	6,73	1,05

Para cada cão estudado foram coletadas três passadas e seis passos por vídeo. Foram analisados três vídeos por animal, totalizando 9 passadas e 18 passos para cada cão. Foi calculada a média individual de passo e passada de cada animal e a média do grupo dos sete cães estudados.

Em uma velocidade média aproximada de 3,55 m/s (3.25 a 3.85 m/s) a média do comprimento da passada dos membros torácicos foi de $79,63 \pm 4,8$ cm, a média do comprimento do passo foi de $40,04 \pm 2,65$ cm e a média da altura do passo foi de $6,03 \pm 1,50$ cm de altura. A média do comprimento da passada dos membros pélvicos foi de $77,51 \pm 3,43$ cm, a média do comprimento do passo foi de $39,35 \pm 1,92$ cm e a média da altura do passo foi de $6,73 \pm 1,05$ cm de altura, valor de p 0,15 para todas as variáveis analisadas.

Figura 6- Análise do passo e passada do sujeito 1, utilizando o sistema de análise do movimento Peak Motus.

Nos sete cães estudados observamos a marcha lateral, ou seja, quando o membro torácico de um lado realiza o mesmo movimento que o membro distal

homolateral do membro pélvico. A marcha foi caracterizada principalmente por ter sempre dois ou três membros na fase de apoio.

4.3 DINÂMICA DOS ÂNGULOS ARTICULARES DURANTE A MARCHA

Cada articulação apresentou padrões característicos dos movimentos de flexão e extensão articular, os picos de flexão articular, ou seja, a diminuição do ângulo formado pelos segmentos daquela articulação, ocorreu na fase de balanço, o aumento do ângulo articular, ou seja, extensão, ocorreu nas fases de apoio e propulsão do membro (Tabela 3). Analisando uma mesma seqüência de passos do mesmo sujeito observamos uma variação de até 10 graus da mesma articulação.

A diminuição da curva no gráfico abaixo indica uma diminuição do ângulo articular, o aumento da curva indica um aumento do angulo da articulação (figura 5).

Figura 7- Movimento articular de membros torácicos e pélvicos do cão da raça Golden Retriever

TABELA 3- Médias dos valores dos ângulos articulares dos setes cães estudados

Variables	Unidade	Média	Desvio Padrão
Carpo - Fase de balanço	[graus]	97,99	9,43
Carpo - Fase de propulsão	[graus]	203,8	5,96
Carpo - Fase de apoio	[graus]	204,5	6,67
Cúbito -Fase de balanço	[graus]	77,67	9,7
Cúbito - Fase de propulsão	[graus]	127,9	6,9
Cúbito - Fase de apoio	[graus]	116,6	8,13
Escapuloumeral - Fase de balanço	[graus]	107,8	12,17
Escapuloumeral - Fase de propulsão	[graus]	122	14,06
Escapuloumeral - Fase de apoio	[graus]	133,1	12,4
Tarso - Fase de balanço	[graus]	120	4,3
Tarso - Fase de propulsão	[graus]	154,7	4,5
Tarso - Fase de apoio	[graus]	144,2	3,5
Femorotibial - Fase de balanço	[graus]	102,6	7,3
Femorotibial - Fase de propulsão	[graus]	133,5	4,7
Femorotibial - Fase de apoio	[graus]	143	6,2
Coxofemoral - Fase de balanço	[graus]	103,7	10,1
Coxofemoral - Fase de propulsão	[graus]	137,7	8,5
Coxofemoral - Fase de apoio	[graus]	118,3	9,3

Foram analisados três movimentos de flexo-extensão por vídeo e três vídeos por animal, totalizando nove movimentos de flexo - extensão de cada articulação por cachorro.

A articulação do carpo realiza picos de flexão articular durante a fase de balanço com média de flexão articular de 97,99 graus $\pm$ 9,43 (*valor de p* 0,093), na fase de apoio o ângulo articular aumenta para 204, 52 graus $\pm$ 6,67 ou – 24,52 graus (*valor de p* = 0,15) realizando uma hiperextensão funcional do carpo durante a fase a marcha. Na fase de propulsão o carpo apresentou uma média articular de 203,83 graus $\pm$ 6,49 (*valor de p* = 0,15). Quando a articulação do carpo recebe a carga, na

fase de apoio ela realiza um hiperextensão funcional. Passando para a fase de apoio terminal este ângulo não se altera de forma significativa.

A articulação cubital apresentou picos de flexão articular na fase de balanço com a média de 77,66 graus $\pm$ 9,70 (*valor de $p= 0,068$*). O pico de extensão ocorreu na fase de propulsão com a média de 127,9 graus $\pm$ 6,97 (*valor de $p= 0,15$*), na fase de apoio a média do ângulo articular do cúbito foi de 116,57 graus $\pm$ 8,13 (*valor de $p= 0,029$*) de acordo com a análise estatística pelo método Kolmogorov-Smirnov o valor da média angular da articulação do quadril na fase de apoio não apresentou valor compatível com a normalidade. Na fase de resposta de carga, o cúbito realiza uma discreta diminuição do ângulo articular (flexão) na fase de apoio terminal, o ângulo articular começa a aumentar, fazendo uma extensão do membro na fase de propulsão.

A articulação escapuloumeral foi a que mais apresentou variação entre os cães. Na fase de balanço, a média do pico de flexão foi de 107,82 graus $\pm$ 12,17 (*valor de $p= 0,15$*). Em todos os animais estudados os picos de extensão ocorriam na fase de apoio com um angulação articular média de 133, 1 graus $\pm$ 12,4 (*valor de $p= 0,06$*), a fase de propulsão foi caracterizada com um ângulo articular de 122 graus $\pm$ 14,06 (*valor de $p = 0,10$*) porém, enquanto em alguns animais, a diferença angular entre essas duas fases era de apenas 1 grau, em outros animais, essa diferença chegou a 20 graus. (Figura 6). A articulação escapuloumeral apresentou aumento do ângulo articular durante o apoio, a diminuição deste ângulo se inicia na fase de resposta de carga e apresentou seu pico durante o balanço do membro (Figura 7).

Figura 8- Gráfico ilustrando o comportamento articular dos membros anteriores do cão da raça Golden Retriever, durante as fases de balanço, apoio e propulsão, durante uma passada

A média do pico articular de flexão da articulação do tarso foi de 120,04 graus $\pm$ 4,3 (valor de $p = 0,15$). Os pico máximo de extensão foi observado na fase de propulsão com 154, 72 graus $\pm$ 4,5 (valor de $p= 0,15$), na fase de apoio a média angular formado pela articulação do tarso foi de 144,20 $\pm$ 3,59 (valor de $p= 0,15$).

O tarso, da mesma forma que o cúbito, durante a fase de resposta de carga realiza uma pequena diminuição angular.

A média do pico observado na articulação femorotibial na fase de balanço foi de 102,55 graus $\pm$ 7,3 (valor de $p= 0,15$), o pico de extensão foi observado na fase de apoio com 143,03 graus $\pm$ 6,26 (valor de $p= 0,15$, após o apoio o joelho realiza uma pequena flexão pela descarga de peso e em seguida já inicia a abertura do ângulo na fase de propulsão, com pico médio de 133,46 graus $\pm$ 6,26(valor de $p= 0,15$).

A articulação coxofemoral apresentou variações entre os cães analisados principalmente na fase de balanço, a média foi de 103,65 graus $\pm$ 10, 14 (valor de $p=$

0,15), os picos de extensão ocorreram na fase de propulsão com angulação articular de 137,65 graus $\pm$ 8,56 (valor de $p=0,15$), e na fase de apoio a média foi de 118,26 graus $\pm$ 9,37 (valor de $p=0,031$), esta última não foi aceita na hipótese de normalidade pelo método de Kolmogorov-Smirnov. (Figura 7).

Figura 9- Gráfico ilustrando o comportamento articular dos membros pélvicos do cão da raça Golden Retriever, durante as fases de balanço, apoio e propulsão, durante uma passada

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizando o método Kolmogorov- Smirnov observamos que a hipótese de normalidade foi aceita para todas as variáveis de passo e passada (figura 10), dados morfométricos e dinâmica articular (figura 11), exceto para fase de apoio da articulação coxofemoral e cúbita (figuras 12 e 13), considerando um intervalo de confiança de 95%, ou seja, nível de significância $\alpha = 0,05$, como mostra a figura 10 e 11.

- Média
- Cães do grupo estudado

Figura 10- Gráfico ilustrando o passo de membro pélvico dos sete animais estudados, a variável foi analisada pelo método Kolmogorov- Smirnov, a hipótese de normalidade foi aceita, valor de $p = 0,15$.

- Média

• Cães do grupo estudado

Figura 11- Gráfico ilustrando a articulação femorotibial durante a fase de apoio, a variável foi analisada pelo método Kolmogorov-Smirnov, a hipótese de normalidade foi aceita, valor de $p = 0,15$.

- Média

• Cães do grupo estudado

Figura 12 - Gráfico ilustrando o comportamento da articulação do cúbito durante a fase de apoio, a variável foi analisada pelo método Kolmogorov-Smirnov, a hipótese de normalidade não foi aceita, pois o valor de p foi de 0,029.

- Média

• Cães do grupo estudado

Figura 13- Gráfico ilustrando o comportamento da articulação coxal o durante a fase de apoio, a hipótese de normalidade não foi aceita pois o valor de p foi de 0,031.

5 Discussão

5 DISCUSSÃO

A análise de marcha de várias espécies ocorre diariamente na medicina veterinária. A marcha do animal é visualmente avaliada para diagnosticar e monitorar a progressão de uma doença, porém é uma análise subjetiva e qualitativa, ou seja, imprecisa (HARRIS, 1994; WINGFIELD, 1993). Ela é usada para caracterizar o movimento articular em várias espécies e raças, e comparar o comportamento articular de cães com afecções músculo-esqueléticas e cães saudáveis (MARSOLAIS, 2003).

O principal objetivo a ser alcançado em um tratamento de reabilitação ortopédica é o retorno à função, mas para isso é necessário que se tenha conhecimento de parâmetros de normalidade de uma população simples para que se conheça a variação, ou seja, para que se conheça da forma mais precisa possível a disfunção do animal.

Neste estudo nos objetivamos estabelecer dados de normalidade das variáveis da marcha de cães da raça Golden Retriever saudáveis e contribuir para a compreensão do complexo fenômeno da locomoção.

Os cães estudados foram exclusivamente da Raça Golden Retriever por apresentarem crescente incidência de lesões músculo esqueléticas, principalmente aumento da incidência de displasia coxofemoral canina, além disso, fazem parte do grupo de cães de grande porte que apresentam alta prevalência de distúrbios ortopédicos (PASTER, 2005).

De acordo com Bombonato (2005) tanto o comprimento do dorso quanto da região lombar devem ser enquadrados no padrão da raça objetivando o tipo de movimentação característica favorecendo um melhor desempenho muscular otimizando as funções específicas de cada raça, como corrida, galope etc. Isto nos permite concluir que cada raça apresenta um padrão de movimento característico seja ele de flexo-extensão, como abordado neste estudo, como os movimentos de rotação, adução e abdução. Muitos estudos sobre a marcha canina analisam a cães de diferentes raças, porém do mesmo porte (HOTTINGER, 1996; NIELSEN, 2003; MARSOLAIS, 2003). Coulborne (2005) através de um estudo cinemático comparou as raças Labrador retriever e Greyhound onde concluiu que as diferenças na mecânica do coxal são evidentes, a amplitude de movimento articular de membros pélvicos do Greyhound foi bem maior que a do Labrador retriever, e Bertram (2000) observou que o comprimento do passo do Greyhound é maior que o comprimento do passo do Labrador Retriever, deixando claro que fatores corporais específicos da raça influenciam na movimentação do animal.

A sequência de membros caracterizando a fase de apoio dos sete Goldens estudados revelou uma marcha lateral, onde, segundo Bombonato et al. (2005) o membro distal de um dos lados do membro torácico realiza os mesmos movimentos que a do membro distal homolateral dos membros pélvicos e esta sequência se repete do lado contralateral, concordando com a teoria de Griffin (2004) que compara a locomoção humana e a animal, na qual os membros torácicos e pélvicos do cão se comportam como dois membros bípedes independentes durante a marcha.

Comparando o comprimento do passo e passada de membros torácicos com o comprimento do passo e passada dos membros pélvicos não observamos grandes diferenças, sendo que uma afecção em um dos membros pode alterar estas medidas, indicando uma compensação durante a locomoção. Já a altura do passo do membro pélvico teve 70 cm de diferença do membro torácico. De acordo com König, (2002) nos quadrúpedes, o centro de gravidade está localizado na região torácica. A carga corporal não está igualmente distribuída, sendo que 56% estão na torácica e 44% na região pélvica, nos permitindo concluir que devido a menor carga em membros pélvicos, estes teriam maior liberdade de movimento, justificando a maior altura de passada nestes membros .

A análise feita neste estudo utilizou um espaço bidimensional, outros estudos da marcha canina utilizaram espaços tridimensionais, Hottinger (1996) e Bennet (1995), Nielsen (2003) realizou análises de marcha bidimensional (2D) e tridimensional (3D) de membros anteriores de cães saudáveis e afirmou que pequenas diferenças são notadas entre a análise 2D e 3D, Hottinger (1996) afirma existir inúmeras similaridades entre estudos em duas e em três dimensões, como por exemplo as curvas da excursão articular e a amplitude de movimento , porém deve se ter cuidado ao fazer comparações pois há uma grande diferença de tecnologia utilizada para a coleta e análise de dados entre os estudos já publicados.

Uma possível fonte de erro é a colocação das marcas reflexivas, causada pelo deslocamento da pele do animal podendo movimentar as marcas e levar à possíveis erros. Weeren (1990) e Van Den Bogert (1990) realizaram estudos avaliando os efeitos deste deslocamento em cavalos e concluíram que na

articulação escapulo umeral o deslocamento ocorreu de 1 a 4 cm e na articulação coxofemoral o deslocamento médio foi de 13 a 17 cm, concluindo que este deslocamento é de importância considerável na interpretação dos resultados. Em outro estudo realizado por Weeren (1988) mostrou uma pequena variação de 2 milímetros para a articulação do joelho e 2 cm para tarso. No entanto nem todas as articulações foram avaliadas nestes estudos e a anatomia e a biomecânica do cavalo difere-se da canina não esclarecendo como estes achados podem ser aplicados a este estudo. Uma alternativa para este tipo de problema seria um estudo invasivo com a utilização de marcas diretamente colocadas no osso do animal, porém, dois estudos sobre a marcha canina na ruptura do ligamento cruzado cranial foram feitos, um invasivo e outro não invasivo, e os resultados das variáveis analisadas foram muito similares (DeCAMP et al, 1996; KORVICK et al, 1994).

Bennet (1995) afirma que os movimentos que mais sofrem alterações de deslocamento de marcas reflexivas são os movimentos de rotação, neste estudo foram abordados os movimentos de flexão e extensão e todas as variáveis foram validadas para uma base de normalidade da raça, exceto as variáveis de apoio da articulação coxofemoral e cúbito que não foram aceitas na hipótese de normalidade pelo método Kolmogorov-Smirnov, não existem relatos na literatura que expliquem a variação dessas articulações na fase de apoio de cães, existindo a necessidade de novos estudos para esta investigação.

Hottinger (1996) que estudou as articulações de membros anteriores e membros posteriores observou uma variação articular mais significativa em carpo e cúbito na fase de balanço, mas atribuiu as variações as diferenças intra e inter cães, além do deslocamento da pele durante o movimento e ao número de avaliações por animal. Também citou como possível causa de variações a repetição do número de

análises. Neste estudo, observamos que o mesmo animal apresenta uma variação de até 10 graus de um ciclo para o outro durante a marcha. Demonstrando que a variação existe em um mesmo animal e essa variação ocorrerá na comparação entre os cães do grupo, fazendo com que notemos uma tendência normal aquela média calculada e essa média nos permita ter conhecimento do padrão de normalidade.

Apesar dos dados morfométricos analisados não demonstrarem diferenças físicas significantes entre os cães analisados, visualmente, a forma de deambulação de cada animal é única, todos os cães que participaram deste estudo vivem no mesmo habitat e possuem os mesmos hábitos de vida, não existe a hipótese de um cão estar mais adaptado à um meio estranho, como um laboratório de análise de marcha, do que o outro, alterando o padrão de marcha, mas nota-se que no grupo estudado haviam cães mais resistentes que outros, o que poderia alterar de alguma maneira uma variável estudada.

De acordo com o método de Kolmogorov-Smirnov a hipótese de normalidade foi aceita para todas as variáveis, exceto para fase de apoio do quadril e cúbito, considerando um grau de confiança de 95%, ou seja, nível de significância $\alpha = 0,05$.

Não existem relatos na literatura de avaliação da fase de propulsão na marcha canina, considerando que alguns picos de extensão articular ocorrem nesta fase como nas articulações do cúbito, coxofemoral e tarso, é importante analisar esta fase da marcha para que se conheça o movimento articular funcional, ou seja, o

quanto aquela articulação realiza de movimento e o quanto este movimento estará limitado em uma afecção ortopédica.

Este estudo foi o primeiro a abordar a marcha do cão Golden Retriever saudável, dando importância para as fases de apoio, balanço e propulsão, bem como a análise do passo e passada, representando o primeiro passo para novas pesquisas de locomoção que envolvam ou não esta raça.

6 Conclusões

6. CONCLUSÕES

Considerando sete animais da mesma raça, idades, peso e tamanho aproximados a marcha analisada foi considerada dentro dos padrões de normalidade, onde:

- a marcha foi caracterizada predominantemente lateral, onde o membro distal de um dos lados do membro torácico realiza os mesmos movimentos que o membro distal homolateral dos membros pélvicos e esta seqüência se repete do lado contralateral.
- o passo e a passada tiveram valores aproximados em todos os sete cães estudados, apresentando uma variação mínima, tendendo a uma distribuição normal de acordo com o método kolmogorov Smirvov, os valores de comprimento do passa e passada dos membros torácicos e pélvicos não apresentaram grandes diferenças.
- a altura da passada do membro pélvico é maior que a altura da passada dos membros torácicos.
- os picos de flexão articular sempre ocorrem na fase de balanço do membro, e os de extensão variam de acordo com a articulação.
- as articulações do carpo, escapuloumeral e femortibial apresentaram os picos de extensão na fase de apoio.
- as articulações do cúbito, tarso e coxofemoral apresentaram os picos de extensão na fase de propulsão.
- os resultados obtidos são importantes para a implementação dos protocolos de avaliação fisioterapêutica e ortopédica utilizados para análise do movimento dinâmico em cães da raça Golden Retriever saudáveis, além de contribuir para o complexo estudo da locomoção quadrúpede.

Referências

7 REFERÊNCIAS

ADAMS, J. M.; PERRY, J. Análise da marcha: aplicação clínica. In: ROSE, J; GAMBLE, J.G. **Marcha humana**, 2.ed. São Paulo: premier, 1998. p. 147-164.

AMADIO, A. C.; BAUMANN, W. Aspects of the methodology to determine the internal forces of the locomotor system. **Brasilian Journal of Biomechanics**, v. 1, p. 7-14, 2000.

AMADIO, A.C. **Fundamentos biomecânicos para análise do movimento humano**. São Paulo: Laboratório de Biomecânica - Escola de Educação física e esporte da Universidade de São Paulo, 1996. p9-86

AMADIO, A.C.; COSTA, P.H.L.; SACCO, I.C.N.; SERRÃO, J.C.; ARAÚJO, R.C. MOCHIZUKI, L.; DUARTE, M. Introdução à análise do movimento humano descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.3,n2.p. 41-54, 1999.

ANDRADE, L.M.; ARAÚJO, A. G. N.; BARROS, R.M.L. Análise de marcha: protocolo experimental para posicionamento e orientação dos segmentos do corpo humano baseado em sistemas de marcas técnicas. **Revista Brasileira de Biomecânica, Brazilian Journal of Biomechanics**, v.5,n.8. p.33-61, 2004.

AVILA, A. O. V.; AMADIO, A.C.; GUIMARÃES, A.C.S. et al. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para a aplicação nos centros de excelência esportiva (Rede CENESP- MET). **Revista Brasileira de Biomecânica, Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 3, n.4, p. 657-67, 2002.

BADOUX, D.M. Bioestática e biomecânica geral. In: GETTY, R. **Sisson/ Grossmann: Anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. p.47-79.

BARBANTI, V.J. **Dicionário de Educação física e do esporte**. São Paulo: Manole, 1994. p.221.

BENNET, R.L.; DECAMP, C.E; FLO, G.; HAUPTMAN, J.G.; STAJICH, M. Kinematic gait analysis in dogs with hip dysplasia. **American Journal Veterinary Research**, v.57, n.7. p.966- 971. 1996.

BERTRAM, 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**, v.61.n.7.p. 832- 838, 2000.

BERTRAM, J. E.A.; LEE, D. V.; CASE, H.N.; TODHUNTER, R.J.; FOELS, W. S.; WILLIAMS, A.J.; LUST, G. Multiple force platform analysis of the canine trot: a new approach to assessing basic characteristics of locomotion. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v .10, n. 3 ,p.160-69, 1997.

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.

BRAGA I. Fisioterapia na medicina veterinária. **Revista Fisio & Terapia**, v.2, n. 12, p.19, 1999.

CHARTERIS, J. ;LEACH, D. ; TAVES, C. Comparative Kinematic analysis of bipedal and quadrupedal locomotion: a cyclographic technique. **Journal of Anatomy**.v.128,n. 4. p. 803-819

CLAYTON, H. M. Advances in motion analysis. **Veterinary clinics North America Equine Practice**, v.7, n.2, p. 365-82, 1991

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

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

COULMANCE, M.; GAHÉRY, Y.; MASSION, J.; SWETT, J. E. The placing Reaction in the standing cat: A model for the study of posture and movement. **Experimental Brain Research**, v. 37, p. 265-281, 1979.

DECAMP, C. E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 27, n.4, p 825-839, 1997.

DECAMP, C. E.; RIGGS, C.M.; OLIVIER, B.; HAUPTMAN, J.G.; HOTTINGER, H.A.; SOUTAS- LITTLE, R. W.Kinematic evaluation of gait in dogs wit cranial cruciate ligament rupture. **American Journal Veterinary Research**, v. 57, n.1, 1996.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000. p. 3-216

FRIES, C. L.; REMÉDIOS, A.M. The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: a review. **Canadian Veterinary Journal**, v. 36,n.8, p. 494-502, 1995.

FUNG, Y.C. **Biomechanics: motions, flow, stress and growth**. New York: Springer-Verlag, 1990. p.7.

GRIFIN, T.M.; MAIN, R.P.; FARLEY, C.T. Biomechanics of quadrupedal walking: how do four-legged animals achieve inverted pendulum-like movements? **Journal of Experimental Biology** , v.207, p.3545-3558 ,2004.

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

GUO, Z. W.; WANG, G.Z.; LIU, Y.B.; DING, H. LIU, L.J.; Ding, H. S.; A gait analysis system based on digital video and digital image processing. **Space Medical Engineer**, (Beijing), v.15, n.2, p.122-6, 2002.

HALL, S.J. **Biomecânica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 2-40.

HARRIS, G.F.; WERTSH, J.J. . Procedures for gait analysis. **Archive of physical medicine rehabilitation**, v. 75, n.2, p.216-25, 1994.

HOTTINGER, H. A.; DECAMP, C. E.N.; OLIVIER, B.; HAUPTMAN, J.G.; SOUTAS-LITTLE, R. Noninvasive kinematic analysis of the walk in healthy large- breeds dogs. **American Journal Veterinary Research**, v. 57, n.3,p. 381-388, 1996.

INMAN, V. T.; RALSTON, H. J.; TODD, F. A locomoção humana. In:ROSE, J;GAMBLE, J. **Marcha humana**.2. ed. São Paulo: Premier, 1998. p.1.

ISB. INTERNATIONAL SOCIETY BIOMECHANICS. Disponível em: <<http://isbweb.org/>>. Acesso em: 08/nov/06.

ISHIDA, R, S. Nomenclatura em análise de marcha. IN:SAAD, M.;BATISTELLA, L.R.; **Análise da marcha**: manual do Camo SBMFR. São Paulo: Lemos, 1997. p. 17-19.

KONIG, H. E.;LIEBICH, H. G.; **Anatomia dos animais domésticos**: texto e atlas colorido. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 265-269.

KOPF A, PAWELKA S, KRANZL A. Clinical gait analysis--methods, limitations and possible applications. **Acta Med Austriaca**, v.25,n.1, p.27-32, 1998.

KORVICK, D.L.; PIJANOWSKI G.J.;SCHAEFFER, D.J.; Three- dimensional kinematics of the intact and cranial cruciate ligament- deficient stifle of dogs. **Journal of Biomechanics**, v.27,p. 77-87, 1991.

LIU, Y K.; LABORDE, J.M.; VAN BUSKIRK W.C.; Inertial properties of a segmented cadáver trunk: their implications in acceleration injuries. **Aerospace Medical Association**, v.42; p. 650- 657, 1971.

MANN, R. W; ANTONSON, E. K. Gait analysis: precise, rapid, automatic, 3D Position and orientation Kinematics and dynamics. **Bulletin of the Hospital for joint diseases Orthopaedic Institute** ,v.43, n.2, p.137-146, 1983.

MARQUES, A. **Manual de goniometria**.2. ed. São Paulo: Manole, 2003. p.1-8.

MARSOLAIS, G.S.; MC LEAN, S.; DERRICK, T.; CONZEMIUS M.G.; Kinematic analysis of the hind limb during swimming and walking in healthy dogs and dogs with surgically corrected cranial cruciate ligament rupture. **Journal American Veterinary Medical Association**, v.222, n.6,p. 739-43,2003.

MATIAS, R. GAMBOA, H. Avaliação do movimento e função humana: análise cinemática tridimensional e electromiografia. **Essfisionline**. v.1.n.3. p 38-51,2005.

MCLAUGHLIN, R. M. Kinetic and kinematic gait analysis in dogs. **Veterinary Clinics of North America: Small animal practice**, v. 31, n.1, p. 193 -201, 2001.

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

NIELSEN, C.; STOVER, S.M.; SCHULZ, K.S.; HUBBRD, M.; HAWKINS, D.A. Two dimensional link segment model of the forelimb of dogs at a walk. **American Journal Veterinary Research**, v. 64, n.5,p. 609-17. 2003.

NIGG, B.M.; COLE, G.K. Optical Methods. In: NIGG, B.M.; HERZOG, W. **Biomechanics of the muscle skeletal system**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1994. p.254-286.

OFA- **Orthopedic foundation for animals**. Disponível em: www.offa.org/ Acesso em nov/2006.

OFFW, M. Gait analysis in dogs. **Tieraztliche Praxis**,v. 25, n.1,p.8-14, 1997.

PASTER E.R.; LA FOUND, E.; BURY D.N.; TRIYE, A.; GREGOR, T.P.; SHOFER, F.S.; SMITH, G.H. Estimates of prevalence of hip dysplasia i golden Retrievers and Rottweilers and the influence of bias on published prevalence figures. **Journal American Veterinary Medical Association**, v1:226, n.3.p387-392. 2005

POY, N. S. J DECAMP, C, BENNETT,R.L, HAUPTMAN, J.G. Additional kinematic variables to describe differences in the trot between clinically normal dogs and dogs with hip dysplasia. **American Journal veterinary research**. 61:8, p. 974-978, 2000.

SACCO, I. C. N.; DUARTE, M.; AMADIO, A.C. Características da massa corporal humana e suas propriedades inerciais utilizadas para o Estudo de modelos Antropométricos biomecânicos.In: **I CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA USP**. São Paulo: Ed. Luis Mochizuki & Alberto Carlos Amadio, 1994.p 41.

SAHRMANN, S. Concepts and principles of movement. In: SAHRMANN, S. **Diagnosis & treatment of movement impairment syndromes**. EUA: Mosby, 2000. p. 9-49.

SALEH, M.; MURDOCH, G. In defence of gait analysis: observation and measurement in gait assessment. **British Editorial Society of bone and joint Surgery**, v. 67, n.2, p.237-241, 1985.

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

SMITH G. K.;MAYHEW, P. D.; KAPATKIN, A. S.; MC KELVIE, P. J.; SHOFER, F.S.; GREGOR, T.P.; Evaluation of risk factors for degenerative joint disease as associated with hip dysplasia in German Sheperd dogs, Golden Retrievers, Labrador Retriever and Rottweilers. **Journal American Veterinary Med. Association**, v.15:219, n 12. p. 1719-1724.2001.

STANHOPE, S.J.; KEPLER, T.M.; MC GUIRE, D.A.; ROMAN, N.L. Kinematic-based technique for event time determination during gait. **Medical & biological engineering & computing**, v.28,n.4, p.355-60, 1990.

TASHMAN, S.; ANDERST, W.; KOLOWICH, P.; HAVSTAD, S.; ARNOCZKY, S. Kinematics of the ACL – deficient canine knee during gait : serial changes over two years. **Journal of orthopaedic Research**, n. 22, p.931-941, 2004.

TOKURIKI, M. Electromyographic and joint- Mechanical studies in quadrupedal locomotion: Walk. **Journal veterinary Science**, v.35. p. 433-446, 1973.

VALLANI, C.; CARCANO, C.; PICCOLO, G.;GALARDI, V.; LONGHI,P.; PADOVANO, R.; CANTARINI, V. Postural Pattern alterations in orthopaedics and neurological canine patients: postural evaluation and Postural rehabilitation techniques. **Veterinary Research Communications**, v.28, p 389-391, 2004.

VAN DEN BOGERT, A.; VAN WEEREN, P.; SCHAMHARD, H.C. Correction for skin displacement errors in movement analysis of the horse. **Journal of Biomechanics**, v.23,n.1,p.97-101, 1990.

VAN WEEREN, P.; VAN DEN BOGERT, A.J.; BARNEVELD,A. Quantification of skin displacement near the carpal, tarsal and fetlock joints of the walking horse. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v.20 n.3,p. 203-208, 1988.

VAN WEEREN, P.; VAN DEN BOGERT, A.J.; BARNEVELD,A. Quantification of skin displacement in the proximal parts of the limbs of the walking horse. **Equine Veterinary Journal Supplement**, n.9,p.110-108, 1990..

VAUGHAN, C.L.; DAVIS, B.; O'Connor, J. **Dynamics of human gait**. United States: Human kinetics publisher, Champaign Illinois, 1992. p.1-13.

WEIGEL, J.P.; WASSERMAN, J. F. Biomechanics of the normal and abnormal hip joint. **Veterinary Clinics of North America: small animal practice**, v.22, n.3, p. 513-527, 1992.

WINGFIELD, C.H.T; STEAD, A.C. Canine kinematic hindleg gait analysis using a microcomputer. **Journal of small Animal Practice**, v.34, p319-324, 1993.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2.ed. Ontario: University of Waterloo, 1990. p. 11-210

Anexos

HOSPITAL VETERINÁRIO SAÚDE ANIMAL
RUA TALLES DOS SANTOS PRHRR 106, BARRA NEVES
SÃO BERNARDO DO CAMPO.

NOME: WINNIE	SEXO: FÊMEA
ESPÉCIE: CANINA	IDADE:
RAÇA: GOLDEN RETRIEVER	PROP: CANIL GRMD – USP
RG:	DATA 28/06/2006

LAUDO RADIOGRÁFICO

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO
EM PROJEÇÃO MÉDIO-LATERAL E CRÂNIO-CAUDAL. DEMONSTRAM:

COXAL

- Discreta incongruência das articulações coxofemorais,
- Ângulos de Norbert 115° na articulação direita e 115° na articulação esquerda;

COTOVELO

- Articulações dos cotovelos preservadas, sem sinais radiográficos de doença articular,
- Demais estruturas visibilizadas não demonstram sinais de alterações radiográficas dignas de notas.

Dr. Felipe Gatti
CRMV - 218.204

HOSPITAL VETERINÁRIO SAÚDE ANIMAL
RUA TALLES DOS SANTOS FRNTE 106, BARRA NEVES
SÃO BERNARDO DO CAMPO.

NOME: CLARA	SEXO: FÊMEA
ESPÉCIE: CANINA	IDADE:
RACA: GOLDEN RETRIEVER	PROP: CANIL GRMD - USP
RG: B6	DATA 21/03/2006

LAUDO RADIOGRÁFICO

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO
EM PROJEÇÃO MEDIO-LATERAL E CRÂNIO-CAUDAL, DEMONSTRAM:

COXAL

- Articulações coxo-femorais, preservadas, sem sinais radiográficos de doença articular;
- Ângulos de Norbert 110° na articulação direita e 105° na articulação esquerda;

COTOVELO

- Articulações dos cotovelos preservadas, sem sinais radiográficos de doença articular;
- Demais estruturas visibilizadas não demonstram sinais de alterações radiográficas dignas de notas.

Dr. CLARA
MÉDICO VETERINÁRIO
CRMV - 10.100

HOSPITAL VETERINÁRIO SAÚDE ANIMAL
RUA TALLES DÔS SANTOS FREIRE 106. BAETA NEVES
SÃO BERNARDO DO CAMPO.

NOME: KYRA	SEXO: FÊMEA
ESPÉCIE: CANINA	IDADE:
RAÇA: GOLDEN RETRIEVER	PROP: CANIL GRMD - USP
RG:	DATA 28/06/2006

LAUDO RADIOGRÁFICO

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO
EM PROJEÇÃO MÉDIO-LATERAL E CRÂNIO-CAUDAL, DEMONSTRAM:

COXAL

- Discreta incongruência das articulações coxofemoris,
- Ângulos de Norbert 115° na articulação direita e 105° na articulação esquerda;

COTOVELO

- Articulações dos cotovelos preservadas, sem sinais radiográficos de doença articular;
- Demais estruturas visibilizadas não demonstram sinais de alterações radiográficas dignas de notas.

Dr. Rafael de Souza
Médico Veterinário
CRMV - 123456

HOSPITAL VETERINÁRIO SAÚDE ANIMAL
RUA TALLES DOS SANTOS FREIRE 106, HALLTA NEVES
SÃO BERNARDO DO CAMPO.

NOME: XENA	SEXO: FÊMEA
ESPÉCIE: CANINA	IDADE:
RAÇA: GOLDEN RETRIEVER	PROP: CANIL GRMD - USP
RG:	DATA 21/03/2006

LAUDO RADIOGRÁFICO

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO
EM PROJEÇÃO MÉDIO-LATERAL E CRÂNIO-CAUDAL, DEMONSTRAM:

COXAL

- Discreta incongruência das articulações coxofemorais;
- Discreto arrasamento acetabular bilateral;
- Achatamento das cabeças femorais, mais acentuado do lado direito;
- Ângulos de Norbert 105° na articulação direita e 105° na articulação esquerda;

COTOVELO

- Articulações dos cotovelos preservadas, sem sinais radiográficos de doença articular;
- Demais estruturas visibilizadas não demonstram sinais de alterações radiográficas dignas de notas.

Dr. Alexandre Lima
Médico Veterinário
CRMV - 12.124

HOSPITAL VETERINÁRIO SAÚDE ANIMAL
RUA TALLES DOS SANTOS FRIEIR 106, BAETA NEVES
SÃO BERNARDO DO CAMPO.

NOME: LADY	SEXO: FÊMEA
ESPÉCIE: CANINA	IDADE:
RAÇA: GOLDEN RETRIEVER	PROP: CANIL GRMD – USP
RG.	DATA 21/03/2006

LAUDO RADIOGRÁFICO

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO
EM PROJEÇÃO MÉDIO-LATERAL E CRÂNIO-CAUDAL, DEMONSTRAM:

COXAL

- Discreta incongruência das articulações coxofemorais;
- Discreto arrasamento acetabular bilateral;
- Ângulos de Norbert 105° na articulação direita e 105° na articulação esquerda;

COTOVELO

- Articulações dos cotovelos preservadas, sem sinais radiográficos de doença articular;
- Demais estruturas visibilizadas não demonstram sinais de alterações radiográficas dignas de nota.

Dr. Carlos Frederico
R. 080.000.000-0
CRM-Vet. 00.000

LAUDO RADIOGRÁFICO

NOME: 3 R 3	IDADE:
ESPÉCIE: CANINA	SEXO: FÊMEA
RACA: GOLDEN RETRIEVER	RG: 121331

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO EM PROJEÇÕES MÉDIO-LATERAL E CRÂNIO CAUDAL, DEMONSTRAM:

COXAL:

- Articulações coxo-femorais preservadas, com boa coaptação entre as cabeças femorais e os acetábulos;
- Ângulos de Norberts de 105° em ambos os lados das articulações coxo-femorais.

COTOVELO:

- Articulações dos cotovelos sem sinais de alterações radiográficas dignas de notas.

Dr. João de Deus
Médico Veterinário
CRMV - 12.1331

LAUDO RADIOGRÁFICO

NOME: R6 (Bianca)	IDADE:
ESPÉCIE: CANINA	SEXO: FEMEA
RAÇA: GOLDEN RETRIEVER	RG: 882315

RADIOGRAFIA DE COXAL EM PROJEÇÃO VENTRO-DORSAL E COTOVELO EM PROJEÇÕES MÉDIO-LATERAL E CRÂNIO CAUDAL, DEMONSTRAM:

COXAL:

- Discreta incongruência entre a cabeça femoral e o acetábulo direito (posicionamento?);
- Ângulos de Norberts de 110° em ambos os lados das articulações coxo-femorais.

COTOVELO:

- Articulações dos cotovelos sem sinais de alterações radiográficas dignas de notas.

Dr. Carlos Costa
CRMV 12500
R. 12, 11, 14