

ARTROPLASTIA CAPSULAR DE COLONNA MODIFICADA PARA CÃES - III AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA

COLONNA'S CAPSULAR ARTHROPLASTY MODIFIED TO DOGS - III BIOMECHANICAL EVALUATION

Juan Thomas Wheeler* Alceu Gaspar Raiser**

RESUMO

Em uma primeira etapa foi determinado o Centro de Massa do Corpo de cães mediante a aplicação de um método experimental, a prancha de reação e um método analítico baseado em equações de regressão. Esta avaliação básica forneceu parâmetros para, numa segunda etapa, efetuar um estudo cinemático da deambulação de cães submetidos a artroplastia capsular da articulação coxofemoral. O exame biomecânico, comparado à avaliação clínica, demonstrou ser um método objetivo (quantitativo) para avaliação de alterações na locomoção.

Palavras-chave: biomecânica, cinemática, artroplastia coxofemoral, cirurgia canina.

SUMMARY

In a first step the Center of Mass of dogs were determined. The methodology consisted of a experimental method, the reaction table, and the analitic method supported by equations of regression. This basic evaluation offered parameters for a kinematic study of the gait of the dogs in a second step. The dogs were submitted to capsular arthroplasty of the hip joint. The kinematic study, compared to clinical evaluation demonstrated to be an objective method for evaluation of alterations in the locomotion.

Key Words: coxofemoral joint, kinematic study, biomechanic evaluation, surgery of dogs.

INTRODUÇÃO

A biomecânica estuda os movimentos do ho-

mem e dos animais sob o ponto de vista das leis da mecânica. Deste modo estuda as formas mais simples e sensíveis dos movimentos dentro da natureza viva e as hipóteses para o estabelecimento das formas mais complicadas (LE VEAU, 1977; BARHAM, 1978; HAY, 1981; HAY & REID, 1985; DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988).

Quando um corpo sofre ação da gravidade, cada partícula de que é composto experimenta atração em direção à terra (Lei gravitacional de Newton). A resultante de todas essas forças atrativas é o peso (ou massa) de um corpo e a direção da resultante é paralela às das linhas de ação das forças isoladas (LE VEAU, 1977; HAY, 1981; HAY & REID, 1985).

O centro de massa de um corpo rígido é um ponto fixo completamente determinado, que não varia sua situação em relação ao corpo. O centro de massa de um "sistema de corpos" (como no homem ou animal) pode variar sua situação, se mudarem as distâncias entre os pontos deste sistema (LE VEAU, 1977; HAY & REID, 1985; DONSKOY & ZATSIORSKI, 1988).

A localização do centro de massa de um corpo humano em repouso e em movimento é de considerável importância para a análise dos movimentos humanos. Muitos métodos têm sido projetados para estimar a posição do centro de massa do corpo. A literatura desta área demonstra que há variações de precisão de 1 a 3cm (LE VEAU, 1977; BARHAM, 1978; HAY & REID, 1985; DONSKI & ZATSIORSKI, 1988). Isto ocorre porque o centro de massa muda a cada batida do coração, cada respiração, com a injeção de alimentos e assim por diante (LE VEAU, 1977; HAY, 1981; HAY & REID, 1985).

A translação da massa corporal no espaço e no tempo só pode ser determinada com exatidão se for conhecido o centro de massa ou centro de gravidade do mesmo, em diferentes posições (LE VEAU, 1977 DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988).

Atualmente existem duas formas básicas de estimar o centro de massa de um corpo vivo: os métodos experimentais e os de cálculo ou analíticos (DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988). Um dos métodos experimen-

* Médico Veterinário, aluno do Curso de Mestrado em Medicina Veterinária, área de cirurgia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) 97119-900 - Santa Maria, RS.

** Médico Veterinário, Professor Adjunto do Departamento de Clínica de Pequenos Animais da UFSM.

tais é o denominado método da prancha de reação ou plataforma de reação (LE VEAU, 1977; HAY, 1981; HAY & REID, 1985; DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988). Dentro dos métodos analíticos existem vários deles; geralmente baseiam-se no teorema de Varignon o qual expressa que a soma dos momentos das forças em relação ao feixe é igual ao momento da resultante em relação a esse mesmo feixe (DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988).

Para determinar as coordenadas do centro de massa do corpo em qualquer postura mediante o método analítico, é imprescindível conhecer: a posição dos diferentes segmentos do corpo, o peso real e relativo de cada segmento e a situação do centro de massa de cada um deles. Estes dados denominam-se parâmetros corporais (DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988).

Os objetivos deste trabalho foram, em uma primeira etapa, a estimação do centro de massa corporal do cão mediante a aplicação de um método experimental, a prancha de reação (LE VEAU, 1977; BARHAM, 1978; HAY, 1981; HAY & REID, 1985; DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988) e de um método analítico, baseado nas equações de regressão múltipla segundo Zatsiorski e Seluyanov (DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988) e comparar seus resultados. Como para a aplicação do método analítico foi necessário o conhecimento dos parâmetros corporais do cão e, devido a falta de dados bibliográficos relacionados, foi preciso a determinação dos mesmos mediante a dissecação de cadáveres. Numa segunda etapa foi efetuado um estudo cinemático da deambulação de cães submetidos a artroplastia capsular da articulação coxofemoral para se obter avaliação quantitativa da técnica cirúrgica empregada.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Determinação do centro de gravidade (centro de massa):

Foram utilizados três cães saudáveis: um Pastor Alemão de 28,55kg de peso corporal, 110cm de comprimento, fêmea; um cão sem raça definida pesando 19,04kg, 98cm de comprimento, macho; uma cadela sem raça definida de 12,94kg, 92,90cm de comprimento. Todos eram adultos e de mesmo biotipo, provenientes do Biotério Central da Universidade Federal de Santa Maria. Os cães foram submetidos aos seguintes procedimentos:

1.1 - Determinação do centro de massa pelo método da prancha de reação:

Enquanto se efetuava esta técnica todo o procedimento era filmado por uma câmara de VT^a acoplada a um digitalizador de vídeo^b e armazenado em uma

fita de vídeo. Primeiro foi determinado o peso, altura e comprimento de cada animal. O peso foi constatado com auxílio de balança eletrônica. A altura foi determinada com fita métrica, com os pacientes em estação, sendo tomada a distância entre o solo e a região das cruces. O comprimento foi obtido, também com os animais em estação, mediante determinação da distância entre a ponta do focinho e a base da cauda.

A prancha utilizada neste experimento teve que ser construída para um quadrúpede, mediante adaptação daquela usada em medicina humana para um bípede. Teve as seguintes características (Figura 1): foi construída em madeira de 2,5cm de espessura, medindo 1,80m de comprimento por 0,60m de largura. O centro geométrico e os pontos de apoio A e B, que se encontravam a 0,70cm dele em seu diâmetro maior (comprimento) e os pontos de apoio C e D em seu diâmetro menor (largura) foram marcados com tinta.

Como no momento da medição a prancha tem dois pontos de apoio adaptou-se quatro cantoneiras metálicas em sua base (pontos A,B,C,D) como pontos de apoio, já que foi necessário rotar a posição da prancha para efetuar duas determinações por plano e animal, para obter com maior exatidão os três planos anômicos de localização do centro de massa (sagital, frontal e transversal) (Figura 2). Sobre a superfície da prancha, onde se colocava o animal, foram marcados com tinta, quadrados de 10cm de lado partindo do centro geométrico cobrindo toda superfície da prancha até os pontos de apoio.

O passo seguinte consistiu em colocar a prancha de forma horizontal sobre dois de seus pontos de apoio (A e B), o ponto A sobre um taco de madeira e o ponto B sobre a plataforma de uma célula de carga a qual registrou as variações de peso em um relógio digital. A seguir a balança foi zerada de modo que a reação à prancha fosse considerada igual a zero.

Cada animal foi colocado sobre a prancha com a cabeça voltada para o ponto de origem A (Figura 3 e 4b). Neste momento foi anotada a reação marcada no mostrador digital e o tempo registrado no cronômetro da câmara de **video-tape**. Nesta posição foi obtido o plano transversal. A seguir o animal foi colocado em decúbito lateral com o dorso voltado para o ponto B e os membros para o ponto A. O tronco ficou no centro da prancha e a cabeça voltada para o local onde se encontrava a câmara de **video-tape**. A seguir foi novamente anotada a reação que marcava agora a célula de carga e o tempo que registrava o cronômetro da câmara de VT. Assim foi obtido o plano frontal. Logo após o cão foi colocado em estação sobre a prancha com o lado direito para o ponto A e o esquerdo para o ponto B, a cabeça portanto, voltada para o ponto C. Da mesma forma que anteriormente foram registradas a reação e o tempo marcados pelos instrumentos de medição.

Com estes dados foi determinado o plano sagital.

O passo seguinte da avaliação consistiu em girar a prancha que ficou agora apoiada sobre os pontos C e D onde C era o ponto de origem (Figura 4a). A câmara de VT permaneceu onde estava de forma que agora os registros eram tomados perpendicularmente aos pontos C e D. A prancha foi apoiada novamente sobre a balança e zerada a célula de carga. Os procedimentos foram efetuados como anteriormente colocando-se cada animal em pé sobre a prancha de reação com a cabeça para o ponto C, em decúbito lateral com o dorso para o ponto D e em estação com o lado direito voltado para o ponto C. Foram registradas novamente as reações e os tempos e cada uma destas posições.

Obtidos todos os dados foi estimado o centro de massa em cada um dos três planos. Sabendo que a somatória dos momentos das forças em equilíbrio é igual a zero foi efetuado o seguinte procedimento matemático: uma vez que a prancha de reação estava em equilíbrio sobre os pontos de apoio (taco de madeira e célula de carga), a célula de carga mediu a reação da prancha sobre ela (R_1) (Figura 5). Esta reação é igual a zero pois foi zerada inicialmente. A seguir o indivíduo foi colocado sobre a prancha e medida a reação (R_2) que correspondeu ao registro do momento em que a prancha e o indivíduo em estudo também alcançaram o equilíbrio (Figura 5). Qualquer que sejam as novas forças introduzidas pelo indivíduo, elas próprias estão em equilíbrio, então a soma dos seus momentos em torno de qualquer ponto, no plano em que atuam é igual a zero. Este dado é utilizado para obter-se informação relativa à localização do centro de massa do corpo neste plano. Considera-se, então, os momentos dessas forças citadas R_1 e R_2 em torno do ponto A, no primeiro caso e do ponto C no segundo caso. O momento da força $R_2 - R_1$ aplicada pela plataforma da célula de carga à extremidade aguda que repousa sobre ela (cantoneira metálica) é igual a 1,40m e atua em direção anti-horária. O momento da força "peso" do indivíduo é a distância horizontal desconhecida entre o centro de massa e o ponto A. Este momento atua em direção horária. Visto que o corpo está em equilíbrio esses momentos devem ser iguais em valor, isto é:

Peso X = distância entre A e B (1,40m) X ($R_2 - R_1$)

$$X = \frac{1,40 \times (R_2 - R_1)}{\text{P e s o}}$$

Por exemplo: o cão número dois pesou 19,04kg e mediu 98cm de comprimento. A leitura da reação R_2 foi 7,3 e R_1 foi zero. Então,

$$X = \frac{1,40 \times (7,3 - 0)}{19,04}, \quad X = 0,53$$

Assim o centro de massa do cão número dois, no plano transversal, encontra-se a 53cm do ponto A. Logo, observando o animal na gravação em VT, e com auxílio de uma escala (filmada simultaneamente), pode-se encontrar o centro de massa desse indivíduo no plano transversal. Tomando a distância entre esse ponto e a ponta do focinho é determinada a localização do centro de massa no animal ao vivo. Para determinar sua posição lateralmente, isto é do centro ao lado direito ou esquerdo e frontalmente (até o dorso ou ventre) pode ser obtida usando o mesmo método básico, mudando a posição do animal. Para se obter o plano frontal o animal foi colocado no centro da prancha em decúbito lateral esquerdo sendo efetuadas as leituras dos instrumentos e aplicada a mesma fórmula matemática. Para determinar o plano sagital, foi procedido de modo semelhante posicionando o animal no centro geométrico da prancha, com o lado direito para o ponto de origem (A) fixo. Estes procedimentos foram repetidos toda vez que a prancha mudasse de posição. Obteve-se, assim, uma média dos resultados.

1.2 - Determinação dos parâmetros corporais do cão:

Os cães foram sacrificados com solução hipersaturada de sulfato de magnésio e os cadáveres colocados em câmara fria com temperatura entre 0° e 4°C por 24 horas.

Uma vez resfriado cada animal sofreu secção em segmentos previamente estipulados: a) cabeça e pescoço - secção na base do pescoço (C_6/C_7); b) membro anterior - secção na articulação escápulo-umeral; membro posterior - secção na articulação coxofemoral; c) tronco - com cinturão pélvico e escapular incluídos. Utilizando uma balança e a prancha de reação foram procedidas as seguintes determinações: peso de cada segmento para conhecer o valor percentual e relativo de cada um deles e utilizando o mesmo princípio da prancha de reação foi obtido o centro de massa de cada segmento. A seguir os membros foram separados por desarticulação nos seguintes segmentos:

membro anterior: a) braço: desde a articulação escápulo-umeral até a úmero-rádio-ulnar; b) antebraço: desde a articulação anterior até a rádio-ulnar-carpeana; c) mão: desde o carpo até as falanges;

membro posterior: a) coxa: desde a articulação coxofemoral até a fêmur-tíbio-rotuliana; b) perna: desde a articulação do joelho até a tíbio-tarsiana; c) desde o ponto anterior até as falanges.

Assim, de cada membro foram obtidos três segmentos. Foi procedida pesagem e determinação do

peso percentual relativo de cada segmento.

1.2.1 - Determinação do centro de massa pelo método analítico:

Para determinar as coordenadas do centro de massa do corpo em qualquer posição, pelo método analítico é preciso conhecer a posição dos diferentes membros do corpo (na filmagem em VT), o peso de cada membro e a situação de seu centro de massa (parâmetros corporais).

A posição dos diferentes membros do corpo foi determinada por **video tape**. O peso foi avaliado em balança e o centro de massa através da prancha de reação. Com auxílio do monitor de VT foram marcadas as coordenadas X e Y correspondentes a cada segmento e foi aplicada a seguinte fórmula matemática para cada segmento:

$$\text{Centro de massa de segmento} = \frac{\text{Coordenada distal} + (\text{Coordenada proximal} \times R)}{1 + R}$$

sendo a razão,

$$\text{Razão} = \frac{\text{Localização do centro de massa proximal}}{\text{Localização do centro de massa distal}}$$

O centro de massa (CM) proximal é obtido pelo método da prancha de reação e o centro de massa distal do seguinte cálculo:

Para o segmento cabeça-pescoço, por exemplo,

$$\text{CM}_{\text{cab.-pesc.}} = \frac{83 + (38 \times 1,22)}{1 + 1,22}; \quad \text{CM}_{\text{cab.-pesc.}} = 58,27$$

O valor 1,22 é obtido da seguinte maneira: CM proximal cab.-pesc. igual a 54,94% significa que ao pesar o segmento cabeça-pescoço do cão no 1 e obter a sua reação na prancha, o centro de massa para o plano transversal, na coordenada X, estava a 54,94% do comprimento total do segmento, partindo do ponto de apoio fixo da prancha. O resto (45,06%) é a distância percentual em que se encontra o extremo de massa do extremo distal do segmento (Fig. 7). A divisão entre os percentuais proximal/distal denomina-se R (razão) que no caso foi 1,22. Uma vez aplicada esta fórmula para cada um dos segmentos nas coordenadas X e Y pode-se fazer o seguinte cálculo:

Somatório $\text{CM}_x \times \text{peso segmental} (\%) = \text{Momento X}$.
Para o cão nº um, por exemplo,

$$\text{CM}_{\text{cab.-pesc.}} \times \text{peso}_{\text{cab.-pesc.}} (\%) = \text{Momento da força X em unidades de vídeo (UV) que é o centro de massa}$$

Assim,

$$58,27 \times 0,17 = 9,905 \text{ UV para o segmento cab.-pesc.};$$

de modo semelhante,

$$\text{CM}_{\text{tronco}} \times \text{Peso} (\%) = 76,344 \text{ UV}$$

$$\text{CM}_{\text{memb. ant.}} \times \text{Peso} (\%) = 4,482 \text{ UV}$$

$$\text{CM}_{\text{memb. post.}} \times \text{Peso} (\%) = 10,507 \text{ UV}$$

Desta forma o somatório CM será:

$$9,905 + 76,344 + 4,482 + 10,507 = 101,238 \text{ UV.}$$

Este dado é transformado em centímetros por meio da escala filmada no vídeo e comparado com aquele obtido pela prancha de reação para o mesmo plano do animal. A seguir é feito o mesmo procedimento para Y que também é comparado com o dado obtido com a prancha de reação na mesma coordenada Y. Uma vez conferidos os dados de cada segmento nos planos X e Y, com aqueles obtidos pela prancha de reação, foi construída uma tabela indicando a distância percentual estimada da localização do centro de massa do corpo e dos segmentos analisados. Para os segmentos foi tomado como ponto de origem: a articulação proximal nos membros; o focinho no segmento cabeça-pescoço e a porção mais craneal do tronco no segmento correspondente.

2. Análise cinemática da deambulação:

Com os dados obtidos na primeira etapa desta pesquisa foi estudada a deambulação através da cinemática, no pré e pós-operatório de dez cães submetidos a artroplastia capsular de Colonna modificada conforme descrito por WHEELER et al (1991).

Os cães foram identificados com números correlativos de 1 a 10 e filmados com uma câmara de vídeo antes da cirurgia e logo após recuperação funcional.

Cada animal foi induzido a caminhar frente à câmara de VT para a direita, em linha reta sendo, portanto, filmado o deslocamento do mesmo, do lado direito. Assim foram obtidas as determinações das coordenadas X e Y no plano transversal.

A determinação do deslocamento do centro de massa do corpo foi efetuada pelo método analítico. A posição dos diferentes segmentos do corpo foram obtidos pela filmagem em VT. O peso percentual e a locali-

zação do centro de massa de cada segmento foram tomadas de tabelas de parâmetros corporais confeccionadas na primeira etapa deste trabalho (Tabelas 1, 2 e 3). Com auxílio do monitor de VT e um digitalizador de vídeo foram marcadas as coordenadas X e Y correspondentes a cada segmento, no plano transversal.

As fórmulas matemáticas empregadas para determinação do centro de massa foram baseadas na segunda condição de equilíbrio e nas equações de regressão múltipla segundo Zatsiorski e Seluianov (DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988): somatório $M_o = 0$. Como o momento total (M_o) é igual à somatória dos momentos parciais,

$$M_o T = \sum_{i=1}^n M_o P_i$$

A letra n corresponde ao número de segmentos, no caso 4 (cabeça-pescoço, tronco, membro anterior e membro posterior). Desta fórmula deriva a seguinte:

$$CM \text{ do corpo} = CM \text{ (segmento)} \times \text{peso segmental em \%}$$

Esta fórmula expressa que o centro de massa do corpo é igual à somatória dos resultados dos produtos entre o centro de massa dos segmentos, na coordenada correspondente X ou Y, multiplicando-se pelo peso dos segmentos em percentual. Ou também:

$$CM \text{ (segmento)} \times X \times \text{peso segmento(\%)} = \text{Momento parcial X}$$

CM corpo =

$$CM \text{ (segmento)} \times Y \times \text{peso segmento(\%)} - \text{Momento parcial Y}$$

A posição dos diferentes segmentos foram determinados por **video tape**, o peso relativo foi determinado conforme a Tabela 2 e o centro de massa proximal conforme a Tabela 3. A seguir, com auxílio do monitor de VT e do digitalizador de vídeo foram marcadas as coordenadas X e Y correspondentes a cada segmento e aplicada a seguinte fórmula matemática para cada segmento:

$$CM = \frac{\text{Coordenada distal} - (\text{Coordenada proximal} - R)}{1 - R}$$

Uma vez empregada esta fórmula para cada um dos segmentos, nas coordenadas X e Y foi aplicada a seguinte fórmula:

$$\text{Somatório } CM_x \times \text{peso segmental em \%} = \text{Momento de X}$$

O resultado da somatória dos momentos parciais, expressos em unidades de vídeo, corresponde a localização do centro de massa na coordenada X do plano

correspondente (neste caso plano transversal). O mesmo procedimento foi efetuado para ser obtida a localização exata do centro de massa num ponto, nesse instante. Segundo esta metodologia e montando um programa de computador para acelerar os procedimentos matemáticos foram analisados 32 quadros com uma diferença de 0,4s entre eles, construindo-se um gráfico de deslocamento do centro de massa do corpo.

3. Avaliação clínica

A avaliação clínica constou de observação de claudicação, presença de dor, amplitude dos movimentos articulares e suporte de peso.

3.1. - Claudicação:

- leve (-): apoio normal em estação; ausência de sinais de claudicação ao passo, apenas ao trote;
- moderada (=): apoio normal em estação; sinais de claudicação ao passo, eleva o membro ao trote;
- severa (+): apoio normal em estação; claudicação ao passo, eleva o membro ao trote.

3.2 - Dor

A dor foi avaliada mediante observação da reação do animal quando da aplicação de movimentos forçados sobre a articulação. Era dado como positivo em qualquer reação de desconforto do paciente.

3.3 - Movimento articular

Da mesma forma que para avaliar a dor foram avaliados os movimentos articulares mas, neste caso, procurando forçar os movimentos de flexão e extensão sendo dados por normais quando fossem iguais àqueles que o animal apresentava antes da cirurgia.

3.4 - Suporte de peso

Para avaliar a força muscular e a capacidade de sustentar o peso sobre os membros operados, o cão era elevado pelos membros anteriores e também procurando fazer com que pulasse. Eram anotados como anormais aqueles casos em que o animal não conseguisse manter a bípedestação ou pular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento desta pesquisa surgiu frente a necessidade de estudar os movimentos da articulação co-

xofemoral no cão com vistas à aplicação nas intervenções ortopédicas da mesma. Devido a escassa bibliografia existente foi necessário basear-se em experimentos efetuados na medicina humana. Por este motivo foi preciso adaptar aparelhos e instrumentos de medição fabricados de modo a serem usados em cães, sendo requerida avaliação prévia de sua eficácia antes da aplicação definitiva.

A primeira adaptação foi a fabricação de uma prancha de reação (Figura 1) especial para ser usada em um quadrúpede e a marcação, sobre a superfície da prancha, de pontos de referência. Estes pontos foram os quadrados de 10cm de lado marcados sobre a prancha. Estes quadrados tiveram como objetivo o posicionamento de cada animal, sempre dentro dos mesmos quadrados durante as trocas de posição do cão sobre a prancha, uma vez que o animal nem sempre colaborava como ocorre com humanos (LE VEAU, 1977; BARHAM, 1978; HAY, 1981; HAY & REID, 1985; DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988).

A realização de duas determinações com a prancha de reação para cada plano e cada animal, mudando a posição da prancha em relação a seus pontos de apoio, teve por fim comparar os resultados obtidos em cada determinação e obter uma média. Isto porque os animais não se mantinham quietos em determinada posição por mais de alguns segundos e porque não se tinha experiência com esta metodologia. Nas determinações feitas em humanos é desnecessária esta dupla determinação (LE VEAU, 1977; BARHAM, 1978; HAY, 1981; HAY & REID, 1985; DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988).

As tabelas 1 a 4 ilustram os resultados das aferições. Os dados na tabela 3 indicam que no segmento cabeça-pescoço, por exemplo, o centro de massa está localizado em média à 54,64% da distância do ponto de origem. Para este segmento o ponto de origem é o focinho; para o tronco é a entrada do tórax; para os membros anteriores é a articulação do ombro e para os posteriores a articulação coxofemoral (Figura 6).

A aplicação dos dois métodos de determinação do centro de massa nos mesmos animais mostrou diferenças de 1 a 3cm, entre um e outro método, o que coincide com dados obtidos pelos autores consultados em relação à sua aplicação no homem (LE VEAU, 1977; BARHAM, 1978; HAY, 1981; HAY & REID, 1985; DONSKOI & ZATSIORSKI, 1988). Como esta diferença não é significativa, não há necessidade da dupla determinação com modificação no posicionamento da prancha. A constatação de diferença na localização do centro de massa do corpo canino em relação ao corpo humano era esperada por tratar-se de corpos em diferentes posicionamentos no espaço e com diferentes relações entre segmentos.

Os resultados obtidos na determinação do centro de massa pela cinemática estão representados nas

Figuras 7 a 12. As Figuras 7 e 8 representam o cão número quatro sem claudicação pós-operatória. As figuras 9 e 10 representam o cão número dois com claudicação leve e as figuras 11 e 12 representam o cão número cinco com claudicação moderada.

Nas figuras 7, 9 e 11 estão relacionadas as coordenadas X, na ordenada representada em unidades de vídeo (UV) e o tempo em segundos, na abscissa. Nestas figuras observou-se que os valores de X aumentam em relação ao tempo. Este fato é lógico porque o centro de massa vai se deslocando da esquerda para a direita e assim aumentando seus valores na medida em que se afasta de seu ponto de origem. Foi verificado, ainda, que as representações gráficas do deslocamento do centro de massa no pré e pós-operatório assemelham-se. Isto significa que a localização do centro de massa do plano que divide o corpo do animal em duas porções (craneal e caudal) foi semelhante no pré e pós-operatório.

Os resultados apresentados nas figuras 8, 10 e 12 mostram a relação entre as coordenadas Y e o tempo em segundos. Nestas figuras estão representadas na ordenada os valores de Y, em UV, e na abscissa o tempo em segundos. Cada traço da abscissa de tempo representa uma diferença de 0,4s. Foi verificado que também nestes casos as representações gráficas da localização do centro de massa sobre o plano da coordenada Y, no pré e pós-operatório foram semelhantes. Esta coordenada indica a divisão do corpo em duas partes, uma dorsal e outra ventral. A ondulação observada em ambas representações gráficas indicam um deslocamento do centro e massa para dorsal ou ventral. Na parte inferior das figuras 8, 10 e 12 estão representados em barras, com traços verticais e oblíquos, o tempo de apoio do membro posterior antes e após a cirurgia.

Para correta interpretação das figuras 7 a 12 deve ser salientado que não há coincidência entre os valores das unidades de vídeo, nas representações gráficas pré e pós-operatórias, porque a filmagem dos cães é feita em momentos diferentes e a localização da câmara de VT não é a mesma em relação ao objetivo. As representações gráficas devem ser consideradas, portanto, dentro de uma visão geral e relacionadas com o gráfico de barras que indica o momento de apoio do membro operado.

O período de recuperação funcional variou de 20 a 45 dias e o período de observação de 36 a 120 dias. Foi constatado que os cães 4, 8 e 10 não apresentaram claudicação pós-operatória. Os cães 2, 3, 7 e 9 tiveram claudicação leve e os de número 6 e 7 moderada. No cão número um foi severa. Nenhum deles apresentou dor no período considerado de recuperação funcional ou incidência de luxação pós-cirúrgica, no entanto, quatro deles (1, 3, 7 e 8) apresentaram redução

no ângulo de extensão.

Os resultados do exame biomecânico tiveram correlação com os dados clínicos. O exame de deambulação por meio da cinemática mostrou diferença entre os animais que apresentaram recuperação clínica satisfatória (4, 8 e 10 sem claudicação; 2, 3, 7 e 9 com claudicação leve) e os cães que tiveram recuperação insatisfatória (5 e 6 com claudicação moderada e 1 com claudicação severa). Estas divergências consistiram em diferente configuração da linha de base do gráfico, correspondente ao deslocamento do centro de massa no sentido dorso-ventral e uma diferença de tempo de apoio do membro operado e o intervalo de tempo entre apoios. Nos cães 4, 8, 10 (representados nas figuras 7 e 8) e nos cães 2, 3, 7 e 9 (representados nas figuras 9 e 10) é observado leve declínio na localização do centro de massa toda vez que o membro posterior direito tocava o solo, porém, os tempos de apoio do membro e os intervalos entre apoios não apresentavam diferenças significativas. Por outro lado nos cães 5 e 6 (representados nas figuras 11 e 12) ocorreu fenômeno inverso havendo elevação da linha de base no momento de apoio do membro posterior e uma notável diferença nos tempos de apoio e nos intervalos entre apoios no pré e pós-operatório. A elevação do centro de massa ao final do apoio do membro operado, nos animais citados, deve-se possivelmente à uma tentativa de elevação rápida do membro causada pela dor. Este dado não concorda com as observações clínicas realizadas, pelas quais foi verificada ausência de dor no pós-operatório de todos os animais operados. Sendo este o único elemento discordante entre os exames clínico e biomecânico pode ser inferido que o teste clínico de movimentos passivos forçados sobre a articulação coxofemoral não exercia pressão intrarticular equivalente àquele do apoio em estação. Isto se confirma se for considerado que, segundo HAUPTMAN (1985), na deambulação o somatório do peso corporal (carga) e a força dos músculos abdutores resulta numa carga efetiva (pressão) intrarticular maior que o peso do corpo. Entende-se, então, que sendo o exame clínico um método de subjetivo de avaliação e o biomecânico um método objetivo e quantificável deve ser considerado como mais confiável o que já fora citado por LE VEAU (1977) em relação à pessoas. Esta afirmação fica reforçada com o fato de apresentar-se, nas mesmas figuras, diferença nas representações gráficas dos tempos de apoio e intervalos entre apoios no pré e pós-operatório. Esta variação foi suficiente para permitir sua avaliação clínica sendo considerada uma claudicação de apoio moderada. Assim as

diferenças observadas nas linhas de base, nos cães sem claudicação ou com claudicação leve, mas sem evidentes modificações dos tempos de apoio e intervalos entre apoios poderiam significar a presença de outra alteração articular, não detectável claramente ao exame clínico e radiológico. É razoável, então, pensar em uma causa que modifique a mecânica articular. Estas hipóteses poderiam ser avaliadas na medida em que fossem efetuadas maior número de determinações, no entanto, os estudos realizados mostraram claramente a importância da determinação do deslocamento do centro de massa na determinação do movimento do corpo do animal como fora citado por LE VEAU (1977); HAY, (1981); HAY & REID (1985) e DONSKOI & ZATSIORSKI (1988).

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Aloísio Otávio Vargas Ávila pelas sugestões e cedência do equipamento necessário ao estudo de biomecânica.

FONTES DE AQUISIÇÃO

- a - PANASONIC COLOR VIDEO CAMERA: Model WVP-200E Japan.
- b - VIDEO POSITION ANALYZER: Model VPA-1000 - Japan.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARHAM, J.N. *Mechanical kinesiology*. Sant Louis: Mosby, 1978. 509 p.
- DONSKOI, D.; ZATSIORSKI, V. *Biomecánica de los ejercicios físicos*. La Habana: Pueblo y Education, 1988. 311 p.
- HAY, J. *Biomecânica das técnicas desportivas* 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981, 343 p.
- HAY, J.G. & REID, J.G. *As bases anatômicas do movimento humano*. Rio de Janeiro: Prentice/Hall do Brasil, 1985. 281 p.
- HAUPTMAN, J. The hip joint. In: SLATTER, D.H. *Textbook of small animal surgery*. Philadelphia: Saunders, 1985. v. 2, cap. 159, p. 2153-2179.
- LE VEAU, B. *Biomechanics of human motion*. Philadelphia: Saunders, 1977. 230 p.
- WHEELER, J.T., RAISER, A.G., dos SANTOS, M.N., NATALINI, C.C. Artroplastia capsular de Colonna modificada para cães. I - Padronização da técnica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 71-87, 1991.

Tabela 1 - Relação do peso (%) de cada segmento relativo ao peso total do corpo de cães.

Segmento	%
Cabeça-pescoço	15,500
Tronco	60,790
Membro anterior	4,955*
Membro posterior	6,900*

* Percentual correspondente a um membro.

Tabela 2 - Relação de peso (%) de cada segmento relativo ao peso total do membro.

Segmento	%
Membro anterior	100,00
Braço	55,00
Antebraço	30,00
Mão	15,00
Membro posterior	100,00
Coxa	63,00
Perna	22,00
Pé	15,00

Tabela 3 - Estimação da localização do Centro Massa dos diferentes segmentos analisados. Valores em percentual.

Segmento	Centro de Massa %
Cabeça-pescoço	54,64*
Tronco	48,06
Membro anterior	38,42
Membro posterior	33,82

* indica a distância, em percentual, de seu ponto de origem.

Tabela 4 - Estimação do centro de massa do corpo de cães nos diferentes planos.

Planos	Centro de massa %
Transversal	39,33
Frontal	50,33
Sagital	linha mediana

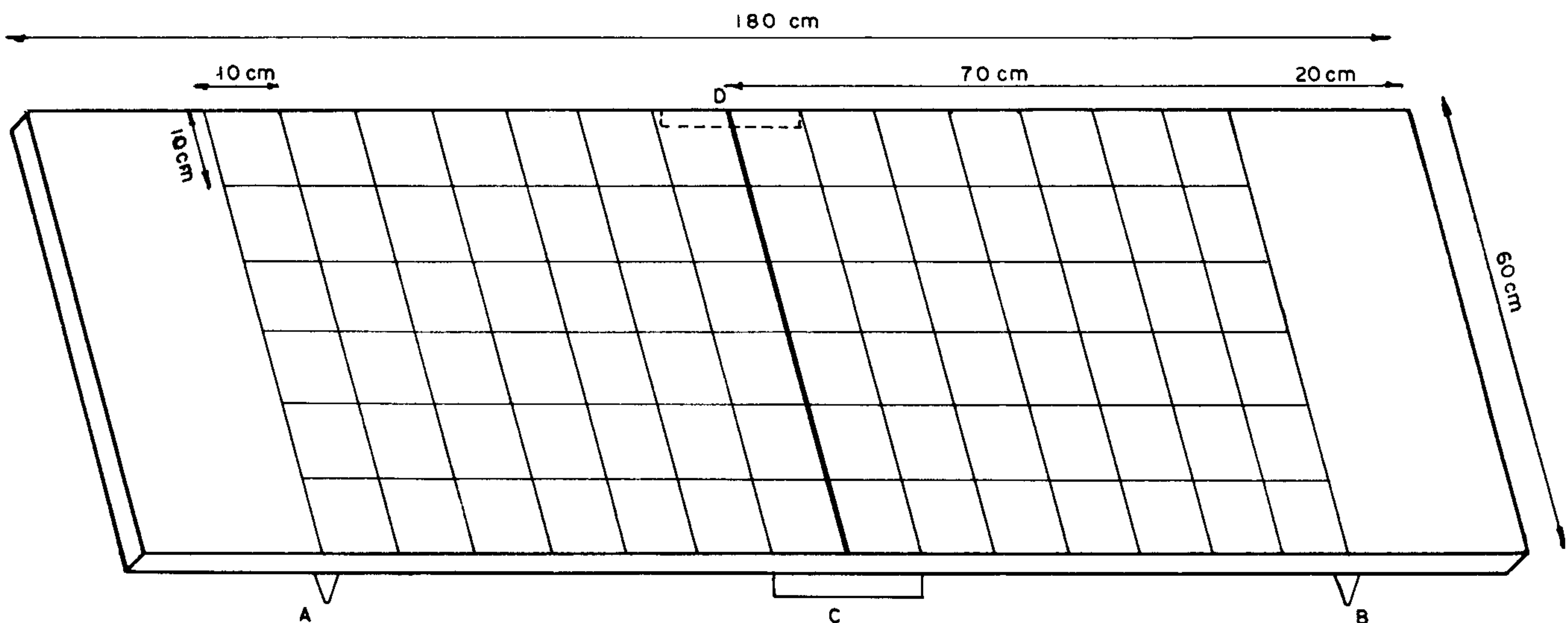


FIGURA 1 - Esquema da prancha de reação utilizada para determinação do centro de massa do corpo dos cães.

FIGURA 2 - Disposição dos planos anatômicos considerados na determinação do centro de massa dos cães. A - sagital; B - Transversal; C - Frontal.

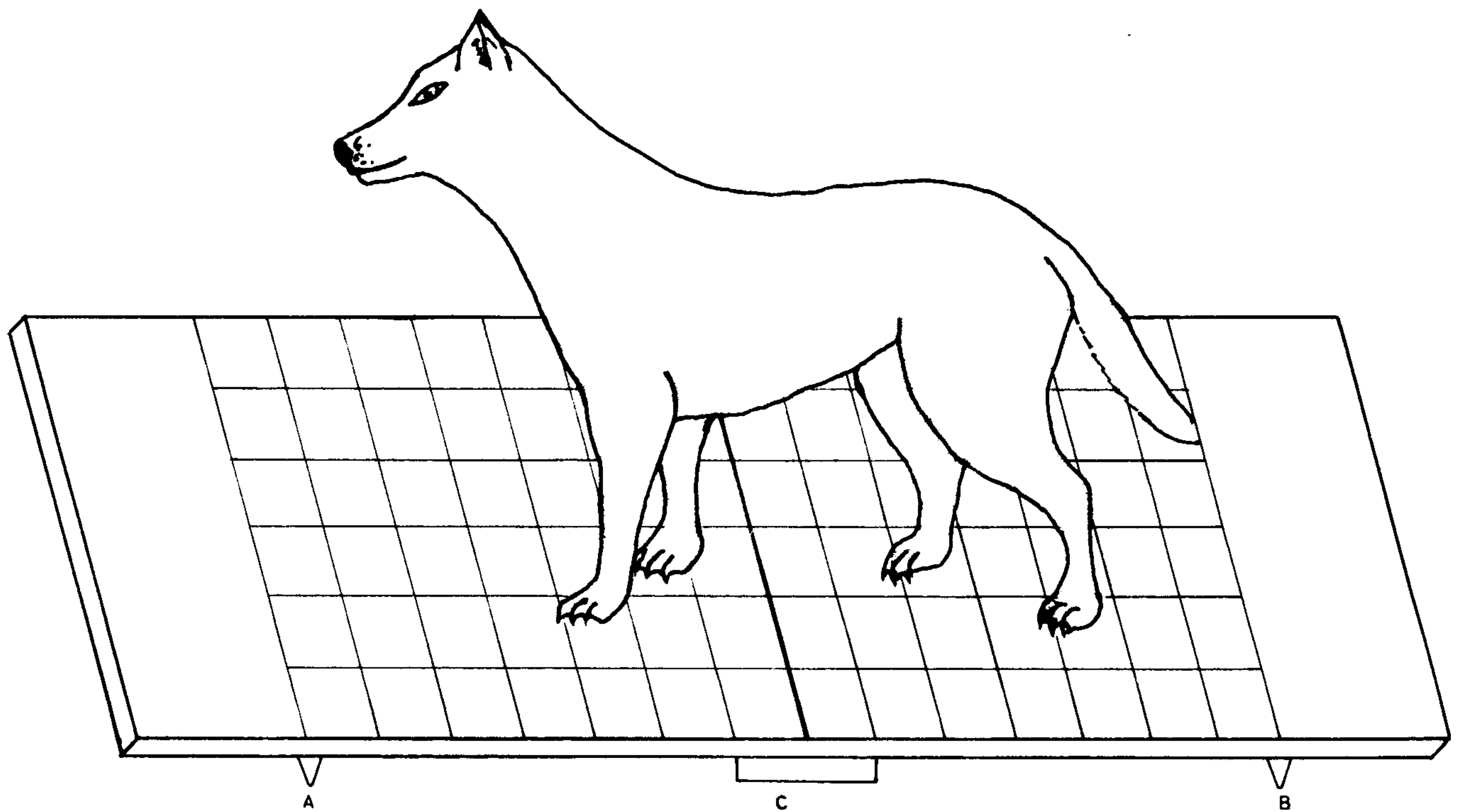
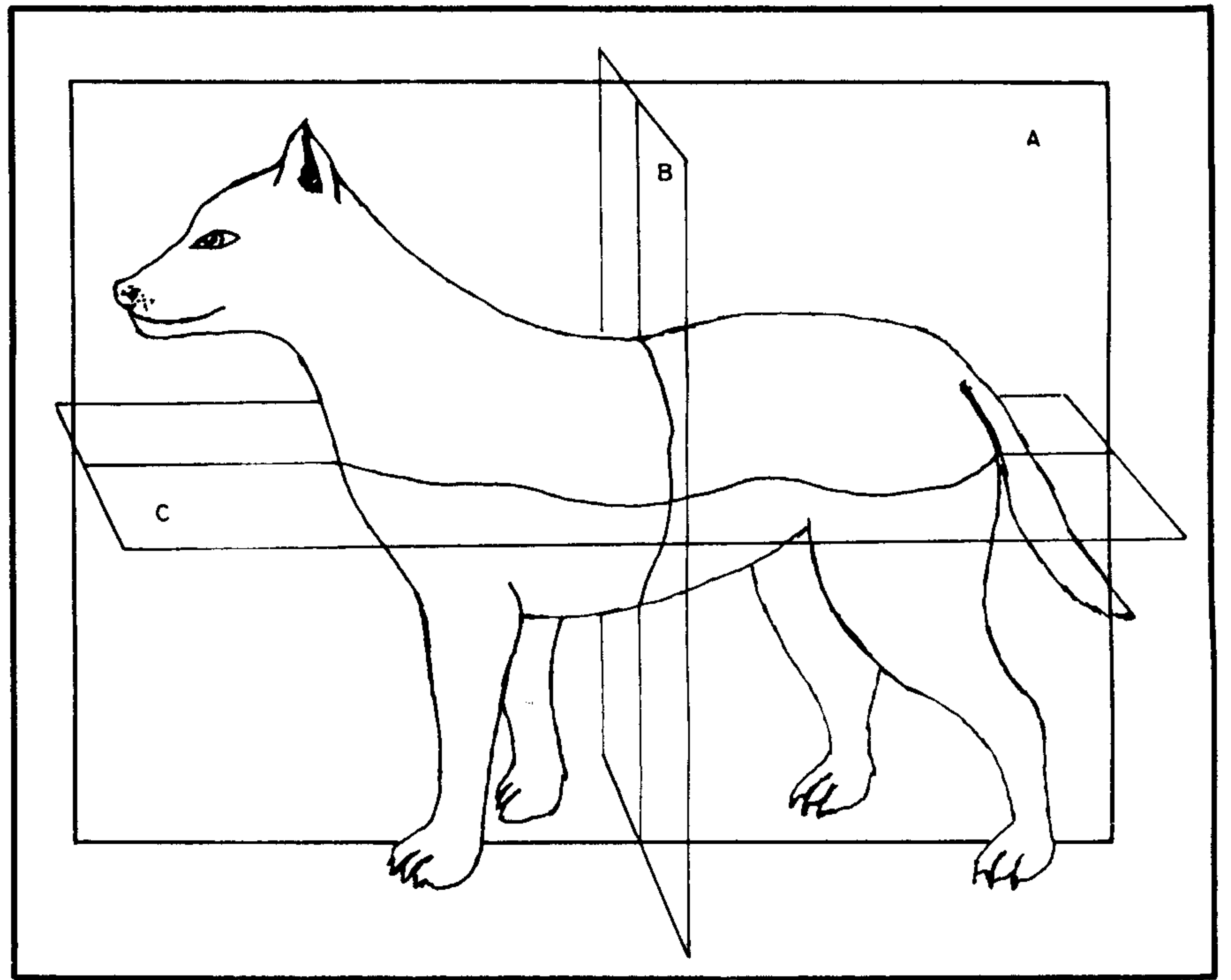


FIGURA 3 - Aspecto do posicionamento de um cão sobre a prancha de reação.

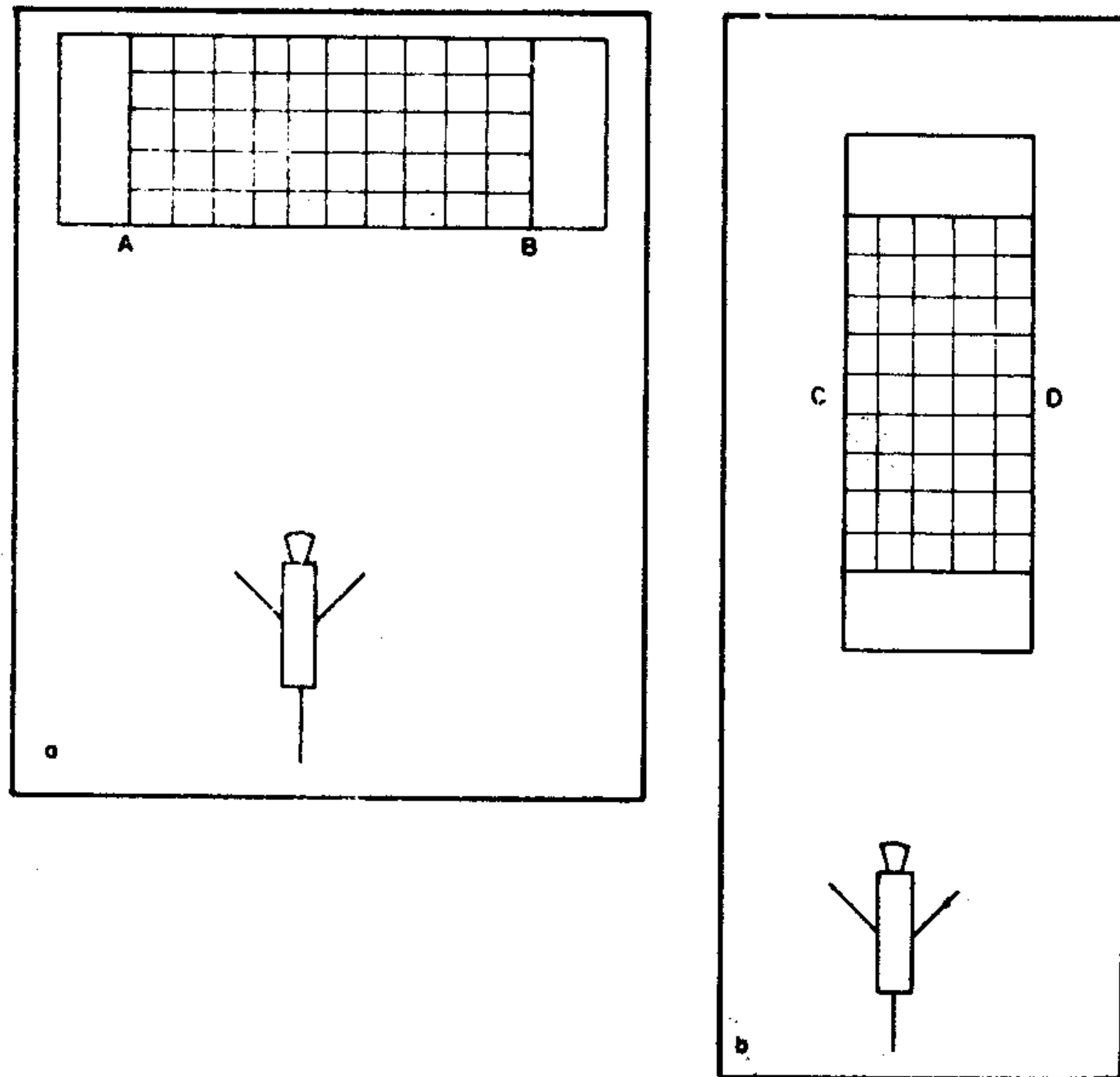


FIGURA 4 - Posicionamento da câmara de vídeo em relação a prancha de reação. a e b mostram as duas posições.

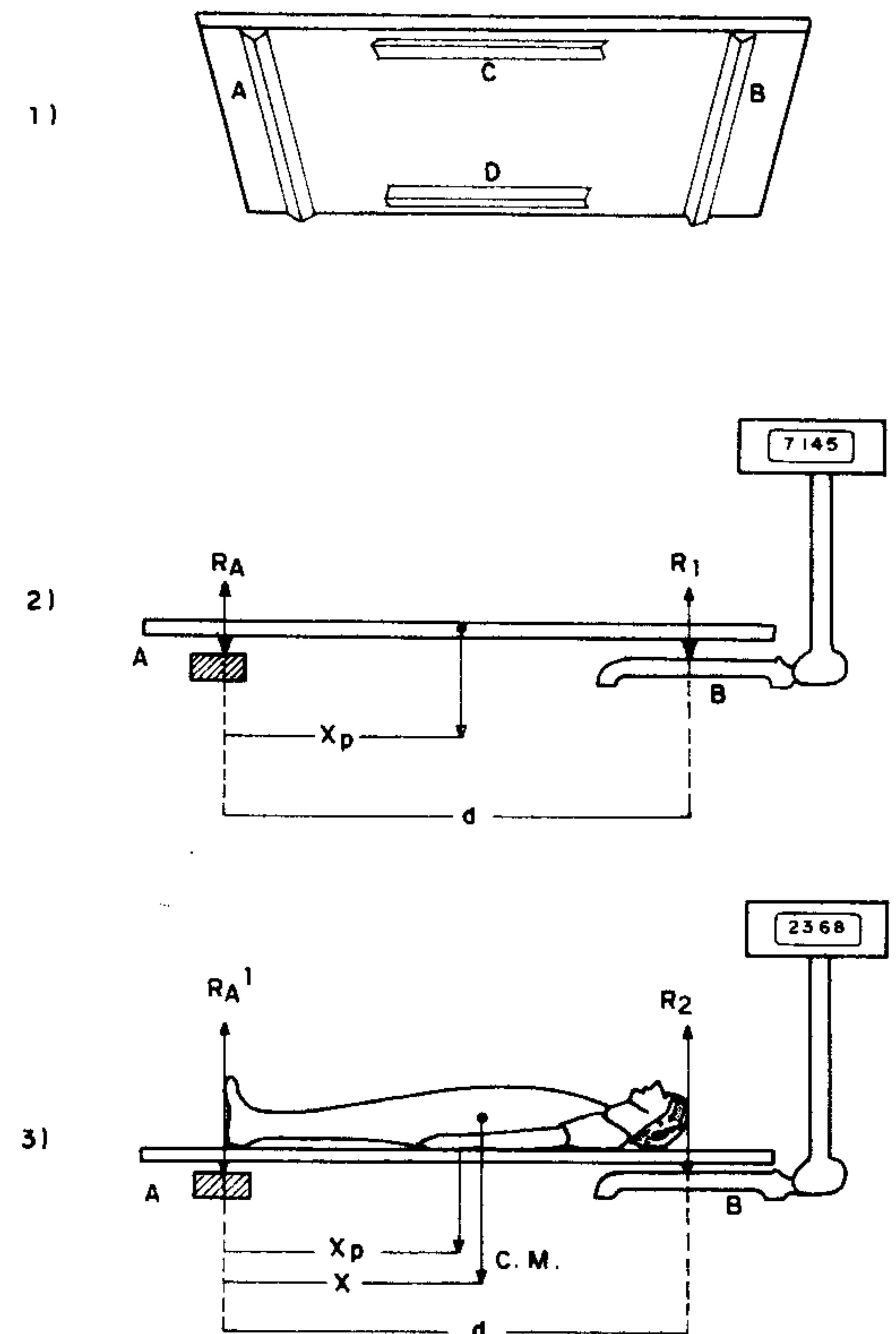


FIGURA 5 - Método da prancha de reação para localização do centro de massa: 1) visão inferior oblíqua da plataforma mostrando os pontos de apoio (A, B, C, D); 2) localização do centro de massa da prancha (R_1 : reação da prancha, x_p : centro de massa da prancha; d : distância entre os pontos de apoio A e B); 3) localização do centro de massa da pessoa (R_2 : reação da pessoa-prancha; X : centro de massa da pessoa).

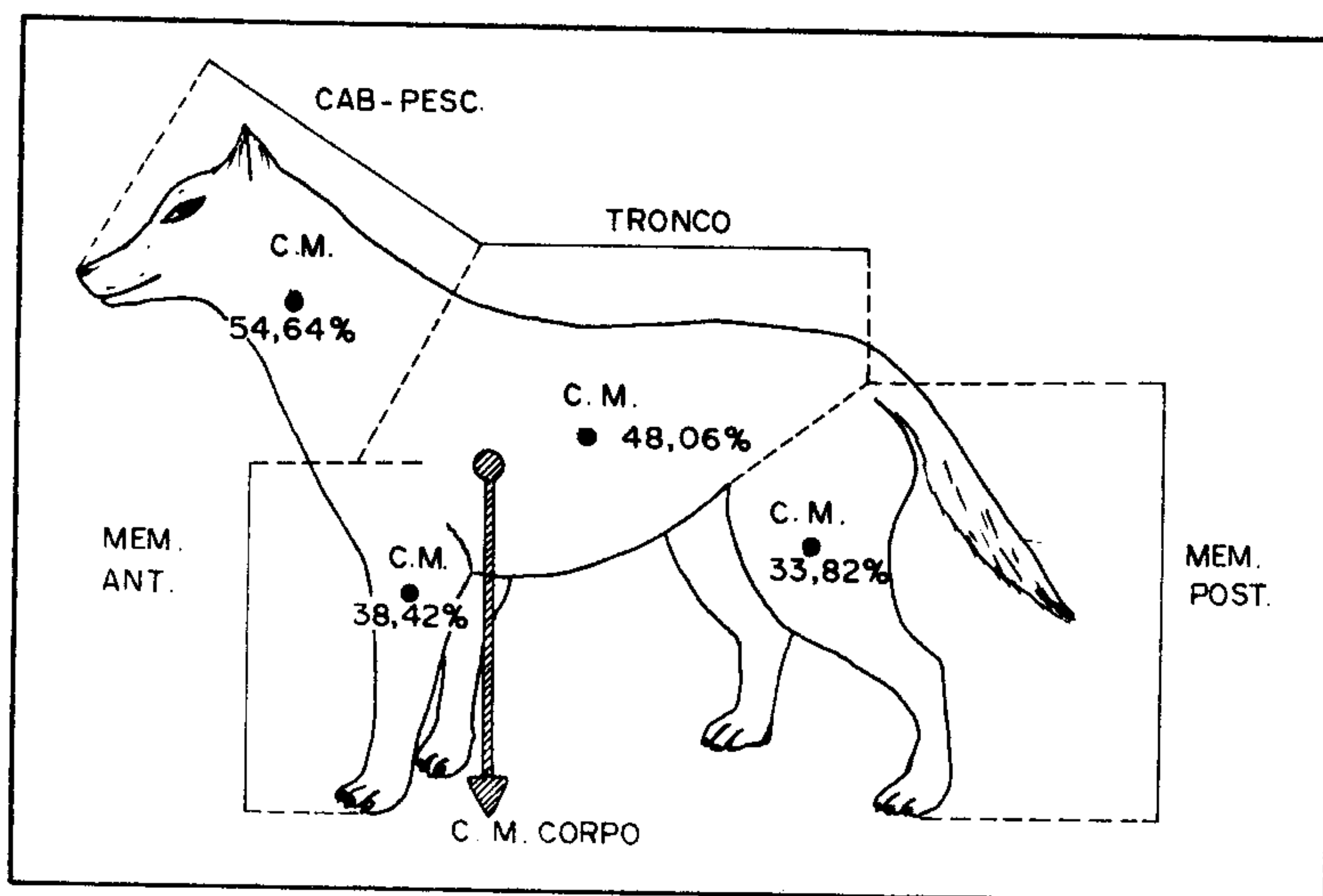


FIGURA 6- Localização do centro de massa (CM) de cada segmento do corpo do cão (valores em %) e localização do CM do corpo (ver tabelas 3 e 4).

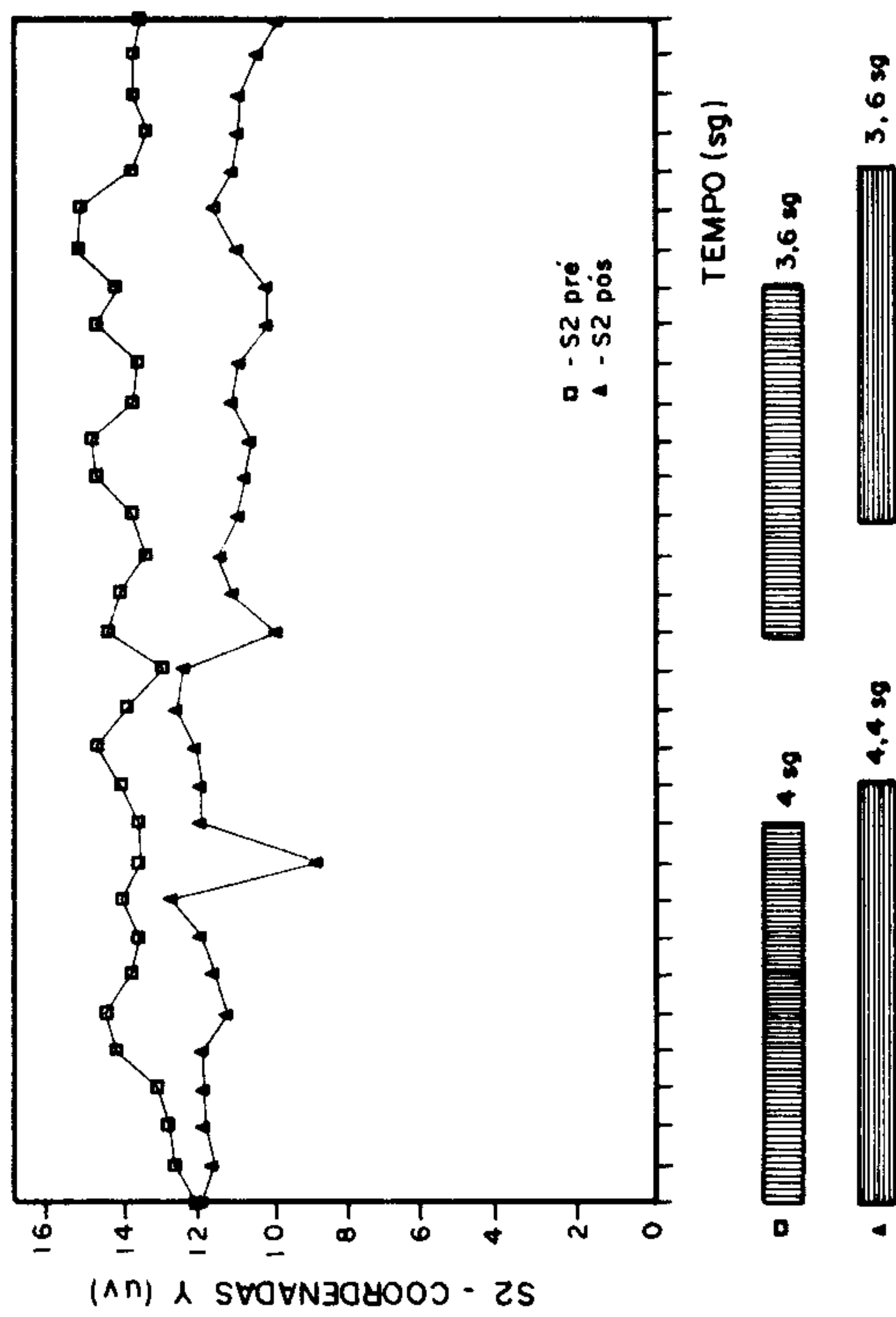
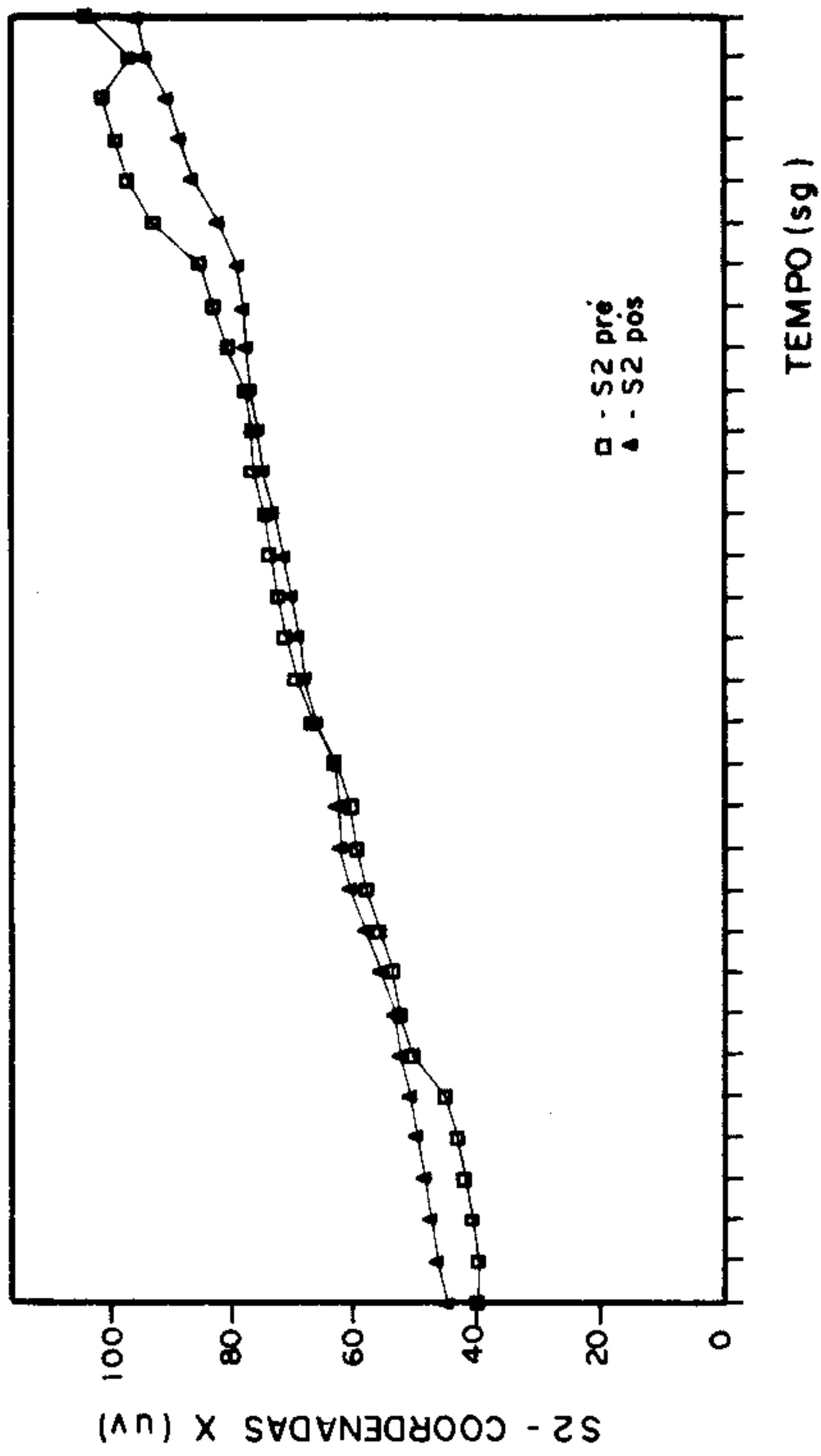


FIGURA 7 e 8 - Representação gráfica do deslocamento do CM no plano transversal no pré e pós-operatório no cão nº 2. Coordenadas X e Y em função do tempo. Na parte inferior da figura apresentam-se em barras o tempo de apoio do membro posterior direito no pré e pós-operatório. (UV = unidades de vídeo; tempo: cada traço representa diferença de 0,4s).

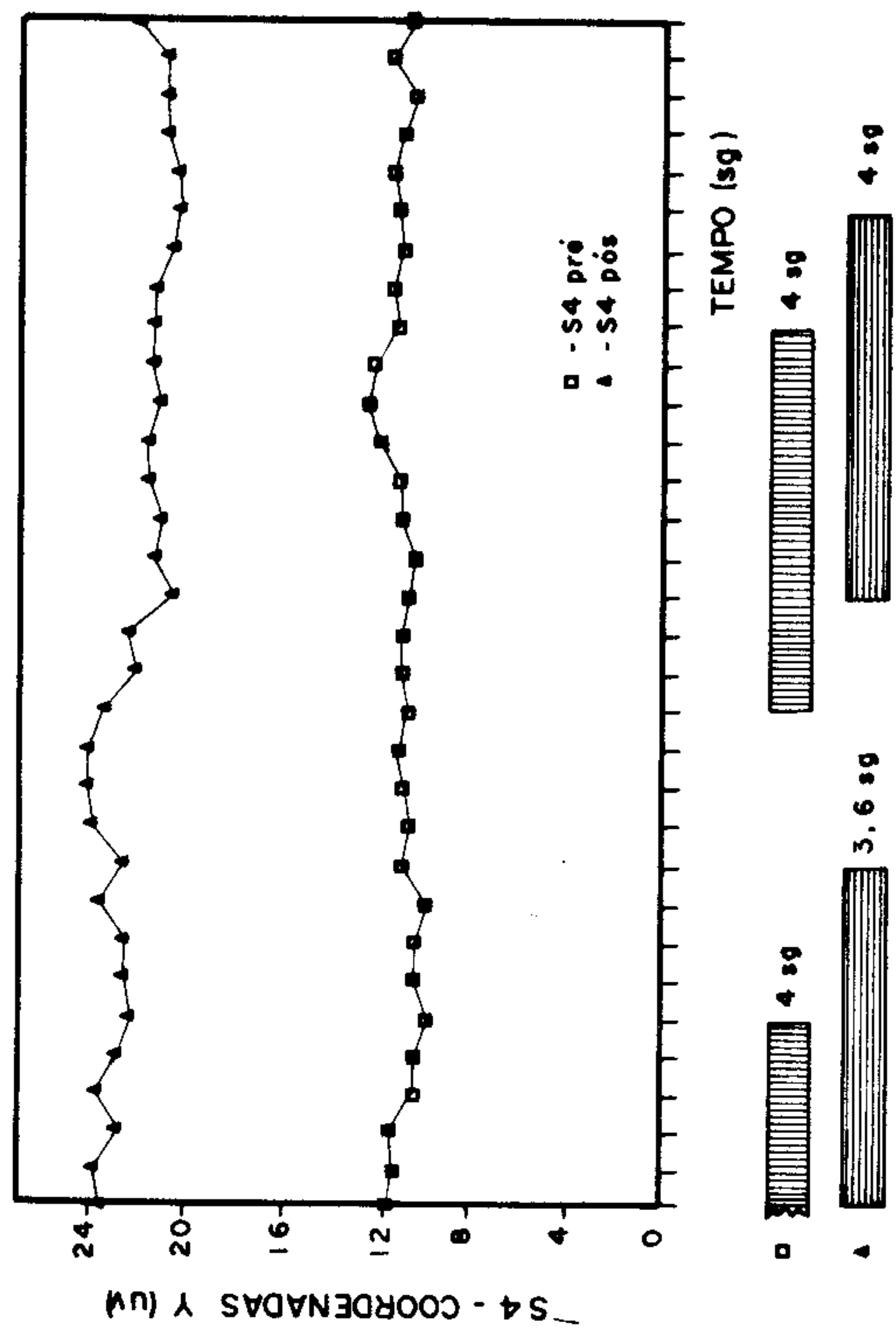
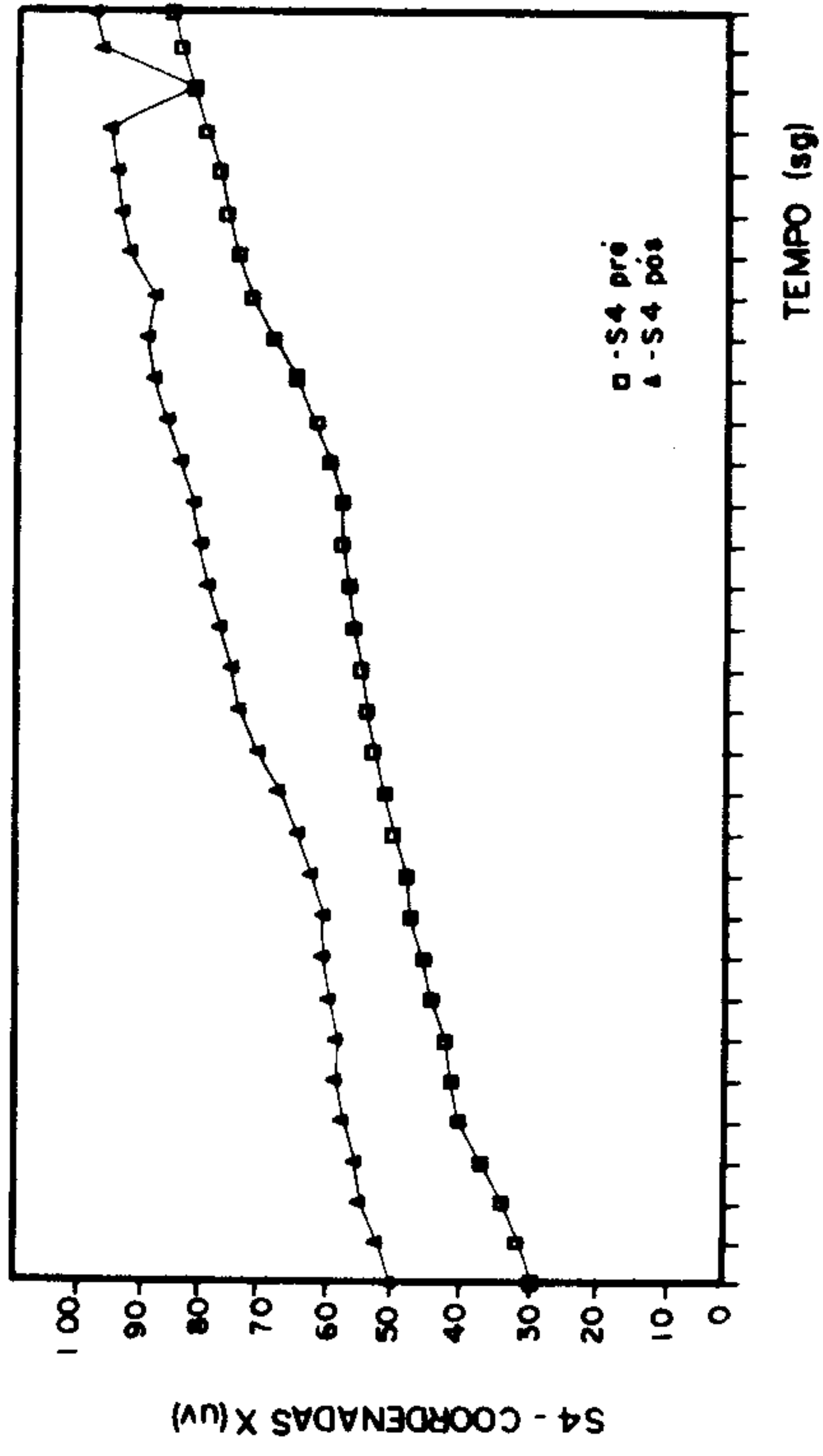


FIGURA 9 e 10 - Representação gráfica do deslocamento do CM no plano transversal, no pré e pós-operatório do cão nº 4. Coordenadas X e Y em função do tempo. Na parte inferior da figura apresentam-se em barras o tempo de apoio do membro posterior direito no pré e pós-operatório. (UV = unidades de vídeo; tempo: cada traço representa diferença de 0,4s).

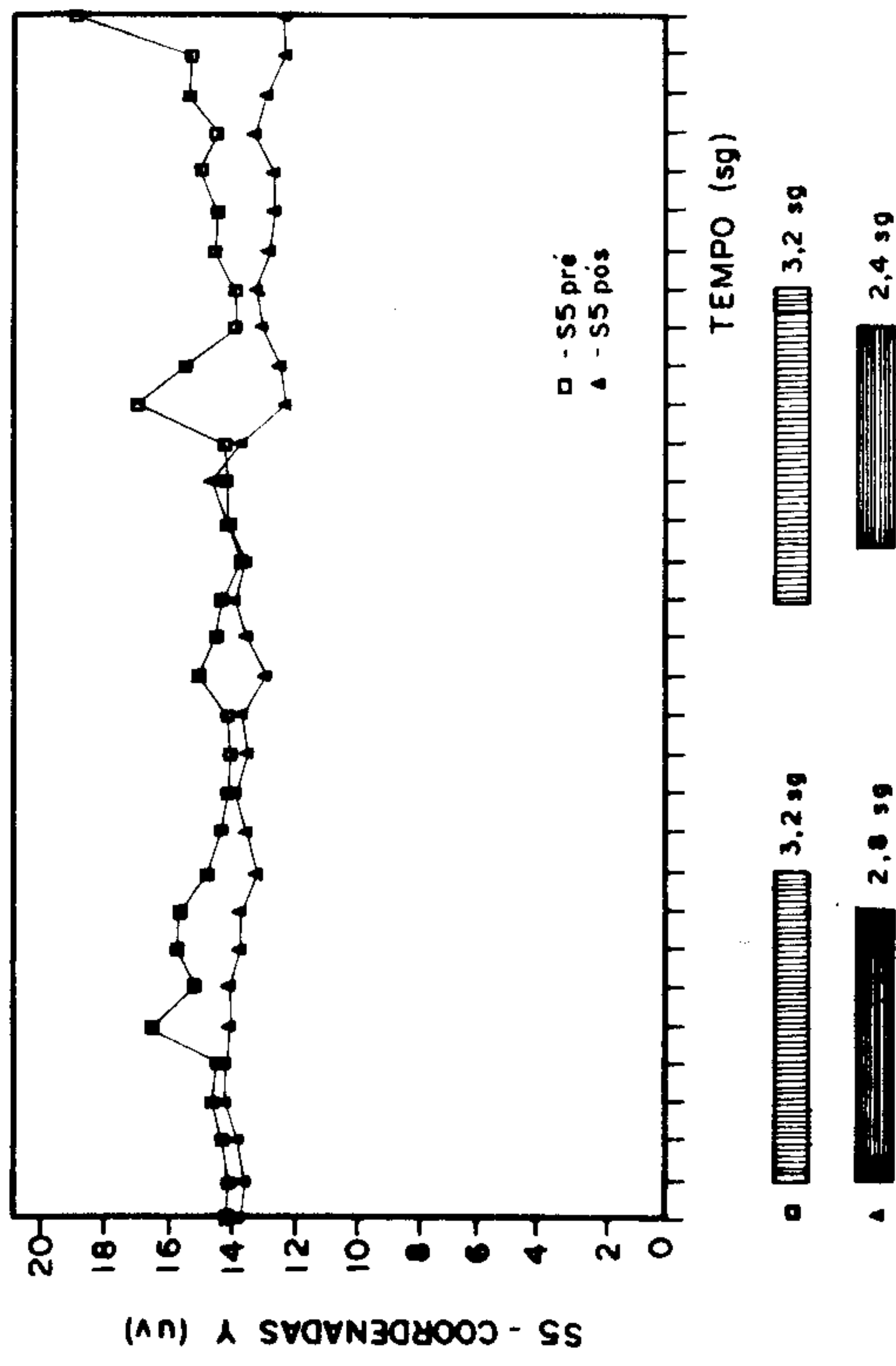
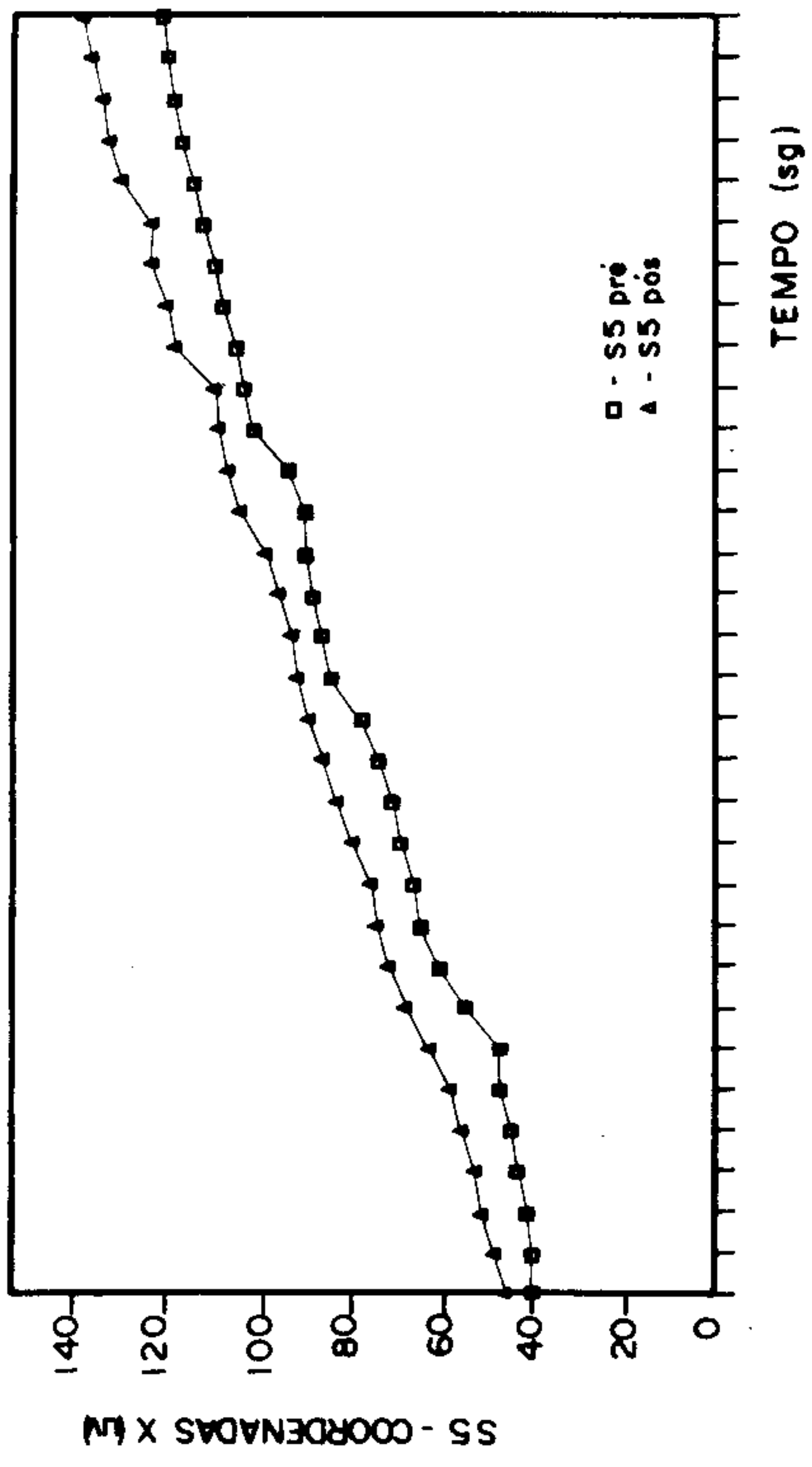


FIGURA 11 e 12 - Representação gráfica do deslocamento do CM no plano transversal, no pré e pós-operatório no cão nº 5. Coordenadas X e Y em função do tempo. Na parte inferior da figura representam-se em barras o tempo de apoio do membro posterior direito no pré e pós-operatório. (UV = unidades de vídeo; tempo: cada traço representa diferença de 0,4s).