

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

METODOLOGIA PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DA CORRIDA

mestrando: Sergio Augusto Cunha *8/93*

orientador: Prof. Dr. René Brenzikofer *↓*

CAMPINAS

1993



SUCR 100 2

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida por Sérgio Augusto [Cunha e aprovada pela Comissão Julgadora em 28/05/93.

Data: 28 / 05 / 93

Assinatura: _____

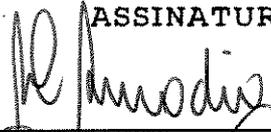
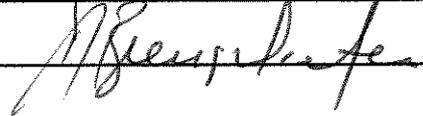
A. Augusto

Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do título de mestre em Educação Física, na área de concentração em Ciências do Esporte, à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sob orientação do Prof. Dr. RENÉ BRENZIKOFER.

28/05/93

R. Benzikofe

COMISSÃO JULGADORA

NOME	ASSINATURA
ALBERTO CARLOS AMADIO	
EUCLYDES CUSTÓDIO DE LIMA FILHO	
RENE BRENZIKOFER	

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. René Brenzikofer, não só pela orientação segura e pelo incentivo constante na busca da aprendizagem, mas sobretudo pela amizade consolidada durante a realização deste trabalho.

Aos amigos do Grupo de Instrumentação para Biomecânica: Luciano, Mauro, Renata e Ricardo, que foram grandes colaboradores, ajudando muito nas discussões e sugestões.

Ao Lucas, ao Breno e ao Felipe que participaram das filmagens com muita paciência e companheirismo.

Aos professores João Freire e Ademir de Marco pelo empréstimo da câmera de vídeo.

Aos professores Alberto Carlos Amadio, Euclides Custódio de Lima Filho e Edson Duarte pelas importantes sugestões e pela participação na Comissão Julgadora.

Aos responsáveis pelos Laboratórios de: Microscopia Eletrônica, Prof. Dr. Carlos Alberto Ribeiro; Matemática Aplicada, Prof. Dr. João Frederico Maier; Fisiologia do Exercício, Prof. Dr. Lourenço Gallo Júnior; e ao Centro de Computação da Unicamp, por terem colocado espaços e equipamentos à disposição.

À Faculdade de Educação Física na pessoa do seu Diretor, Prof. Dr. Ademir Gebara, e a todos os professores, alunos e funcionários que de alguma forma colaboraram na realização desta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento concedido em forma de bolsa.



À Dena, à Juliana e à Taís, pela
força e pelo amor dedicados com
tanto entusiasmo.

RESUMO

METODOLOGIA PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DA CORRIDA

Autor: Sergio Augusto Cunha - FEF / UNICAMP

Orientador: Prof. Dr. René Brenzikofer - IFGW / UNICAMP

Para analisar quantitativamente o movimento humano, o olho nem sempre é o instrumento mais adequado. É preciso guardar a sequência de imagens do fenômeno a ser analisado por um tempo adequado, o que a nossa visão não permite. Através da utilização de técnicas de registro videográfico, obtemos informações discretas sobre o movimento, que são armazenadas e ficam disponíveis para a análise desejada. A estes dados discretos, associamos uma função contínua que melhor os represente. Desta forma, desenvolvemos um método completo e preciso de descrição quantitativa do movimento humano. Nesta pesquisa, medimos as variáveis cinemáticas dos membros inferiores durante a corrida de um sujeito, e detectamos padrões e ritmos deste movimento.

Portanto, o objetivo deste estudo é desenvolver um método sensível para a análise quantitativa da cinemática do movimento humano.

A metodologia desenvolvida consiste de uma sequência de procedimentos técnicos. Inicia-se com a filmagem de trechos de corrida de um sujeito, utilizando uma única câmera de vídeo VHS. A seguir, digitaliza-se quadro a quadro cada sequência de imagens obtidas, transferindo-se esta informação para o computador. Depois, mede-se a posição angular dos membros inferiores em relação à vertical e as posições horizontal e vertical da articulação do joelho em função do tempo. Ainda corrige-se os efeitos de escala e de perspectiva devido à filmagem monocular, com uma câmera que acompanhava a corrida do sujeito com um movimento de rotação sobre um tripé fixo. Uma função contínua é ajustada aos dados discretos obtidos na medição utilizando polinômio trigonométrico (série de Fourier), cujos parâmetros são ajustados por quadrados mínimos. Neste estudo, optamos por realizar o ajuste utilizando seis harmônicas. Por fim, avalia-se a qualidade deste ajuste através da observação do comportamento dos resíduos (distância entre ponto medido e função ajustada).

Com o ajuste da melhor função ao conjunto de dados referentes a cada trecho de corrida, temos, então, a posição de cada membro em função do tempo. A derivada primeira desta função representa a velocidade e a derivada segunda a aceleração. De posse da variável posição em função do tempo podemos sobrepor

todas as corridas realizadas a fim de conhecer o padrão deste movimento. Para isto, precisamos normalizar a variável tempo, utilizando o ciclo completo da passada como unidade. Este padrão detectado refere-se a uma faixa de velocidade do sujeito entre 2.9 e 4.2 m/s. Também podemos determinar o ritmo escolhido pelo sujeito para executar a corrida pela quantificação do período gasto entre dois toques consecutivos do mesmo pé no solo. Além disto, com os dados cinemáticos e os parâmetros inerciais podemos ter acesso à Dinâmica utilizando o formalismo de Newton ou de Lagrange, por exemplo.

Uma outra forma de apresentar graficamente o movimento é utilizar o diagrama ângulo-ângulo. Nele, ao invés de plotar a variável angular contra o tempo, fazemos o gráfico do ângulo desejado em relação à vertical, em função do ângulo total da articulação adjacente.

Com isto, é possível relacionar a análise executada com o movimento real e interpretar o fenômeno observado. A metodologia aqui apresentada fornece suporte técnico e metodológico para futuras pesquisas.

ABSTRACT

METHODOLOGY FOR THE KINEMATIC ANALYSIS OF THE RUNNING

Author: Sergio Augusto Cunha - FEF / UNICAMP

Supervisor: Prof. Dr. René Brenzikofer - IFGW / UNICAMP

In order to analyze human movement in a quantitative way, the human eye is not always the most adequate instrument. It is necessary to keep the sequence of images of the analyzed phenomenon for a certain time, which is not possible for our vision. Through videographic register techniques, we can obtain discrete information about movement, which can be stored, becoming available for analysis. To these discrete data, we associate a continuous function to improve their representation. Thus, we have developed a complete and precise quantitative description method of human movement. In this work, we have measured the kinematic variables of a subject's lower limbs while running and have detected patterns and rhythms of this movement.

Therefore, the aim of this study is to develop a method sensitive to the quantitative analysis of the kinematics of human movement.

The methodology developed consists of a sequence of technical procedures. It begins with the shooting of parts of a subject's run using one VHS video camera. Next, we digitalize each sequence of images frame-to-frame, transferring this information to the computer. Then, we measure the angular position of the lower limbs in relation to the vertical, and the horizontal and vertical position of the knee joint as a function of time. We also correct the scale and perspective effects due to monocular filming with a camera which followed the subject's run with a rotation movement on a fixed tripod. A continuous function is adjusted to the discrete data obtained in the measuring using a trigonometric polynomial (Fourier series), whose parameters are adjusted by least squares fit. In this work, we have decided to do the adjustment using six harmonics. Finally, we evaluate the quality of this adjustment by observing the behavior of residues (distance between measured point and adjusted function).

With the adjustment of the best function to the set of data referring to each part of the run we thus have the position of each limb as a function of time. The first derivative of this function represents velocity and the second derivative represents acceleration. Having the position-as-function-of-time variable we can superpose all the runs shot, in order to find out the pattern of

that movement. For this, we need to normalize the time variable, using the complete stride cycle as unit. This detected pattern refers to the subject's speed rate between 2.9 and 4.2 m/s. We can also determine the rhythm chosen by the subject to perform the run by measuring the time spent between two consecutive touches of the same foot on the ground. Besides, with the kinematic data and inertia parameters, we can approach Dynamics using, for instance, Newton's or Lagrange's formalism.

Another way to present the movement graphically is to use the angle-angle diagram. Instead of plotting the angular variable against time, we develop a graph of the searched angle, with regard to vertical, as a function of the total adjacent articulation angle.

Therefore, it is possible to relate the analysis so developed with real movement and interpret the phenomenon observed. The methodology presented here provides technical and methodological support for future research.



ÍNDICE

1-INTRODUÇÃO E OBJETIVO	01
2-METODOLOGIA	05
2.1-REALIZAÇÃO DAS FILMAGENS	08
2.2-DIGITALIZAÇÃO DAS IMAGENS	11
2.3-DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES ESPECÍFICOS	15
2.4-MEDIÇÃO DA POSIÇÃO ANGULAR DOS MEMBROS INFERIORES	16
2.5-TRATAMENTO DOS DADOS	18
2.6-ANÁLISE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA	24
2.6.1-ESCOLHA DO MODELO	25
2.6.2-TRATAMENTO ESTATÍSTICO	28
2.6.3-AJUSTE DE FUNÇÃO	30
2.6.4-QUALIDADE DO AJUSTE	34
3-RESULTADOS OBTIDOS	37
4-CONCLUSÕES	47
5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
6-ANEXOS	51

1-INTRODUÇÃO E OBJETIVO

Para obter o máximo de informações sobre o corpo em movimento, é preciso mais do que uma simples observação visual. Os nossos olhos não são os instrumentos mais adequados para análise do movimento por não poderem reter a imagem instantânea na memória por um período superior a 1/15 segundos (WINTER, 1979). Segundo CAVANAGH e GRIEVE (1973), "o olho é insensível às diferenças dos padrões do movimento". Entretanto, uma sequência de imagens de vídeo, por exemplo como a representada na figura 1, pode ser guardada para posterior estudo, havendo, ainda, a possibilidade de quantificar muitas características do movimento através do acompanhamento de variáveis típicas ao longo do tempo.



FIGURA 1

Sequência de imagens do movimento de corrida

Para definir as variáveis de interesse, constroeu-se um modelo que represente adequadamente o corpo humano. O modelo escolhido neste trabalho é o de um sistema mecânico de segmentos articulados, onde cada segmento é considerado como um corpo rígido, "devido à relativa rigidez óssea e à estrutura esquelética" (BRENZIKOFER, 1991). Interessa-nos, então, obter dados quantitativos para o modelo, a partir de um sujeito real. Procuraremos descrever os movimentos de translação e de rotação dos segmentos. Para isto, consideraremos os segmentos articulados entre si, procurando descobrir os movimentos a partir dos centros de rotação das articulações de interesse.

Este trabalho, tipicamente interdisciplinar, pretende relacionar conceitos das áreas que estudam o movimento humano e conceitos desenvolvidos nas ciências exatas para descrever movimentos de objetos em geral.

Estes últimos conceitos já foram desenvolvidos há tempo por uma ciência denominada Mecânica. Ela estuda o movimento dos objetos (RESNICK, HALLIDAY, 1983), e pode auxiliar satisfatoriamente no entendimento do movimento humano.

A Mecânica pode ser dividida em Cinemática, Dinâmica e Estática, sendo que cada uma estuda um aspecto do movimento. Dentre elas, a Cinemática tem uma grande importância por ser o estudo e a descrição dos movimentos de corpos materiais, sem considerar suas causas (SYMON, 1982). É, portanto, um ponto de partida para a análise e a compreensão da motricidade humana.

Com a Cinemática, pode-se avaliar, por exemplo, a evolução no tempo da posição da articulação desejada e da situação angular dos segmentos. A partir daí, é possível detectar padrões na movimentação dos segmentos corporais, como veremos adiante. Além disto, conhecendo-se as posições e orientações das partes do corpo em função do tempo, pode-se obter as velocidades e acelerações através da primeira e da segunda derivadas temporais, respectivamente. De posse destes dados cinemáticos, pode-se ter acesso à Dinâmica, ramo da Mecânica que estuda as ações ou esforços que causam este movimento (SYMON, 1982), aplicando, por exemplo, o formalismo de Lagrange, como foi testado a partir de resultados preliminares obtidos no presente trabalho (BRENZIKOFER, 1992). Para isto, utiliza-se as velocidades e acelerações angulares, obtidas através das primeiras e segundas derivadas da posição angular. É importante notar aqui a alta sensibilidade das derivadas a pequenas variações da função original. Assim, a qualidade da descrição cinemática é fundamental, pois alterará diretamente os resultados subsequentes.

O ritmo do movimento humano é fator de interesse de pesquisadores de diversas áreas de estudo. Segundo MEINEL (1984), "o ritmo pode ser compreendido por uma característica prática do movimento, aplicável na educação do movimento, cuja complexidade e multidirecionalidade dificultam sua determinação". Esta dificuldade vai desde a definição do conceito até a sua forma de análise, seja ela qualitativa ou quantitativa.

A conceituação do ritmo sofre alterações em função do seu campo de aplicação, como por exemplo, na música, na medicina ou na educação física. Para a educação física, o ritmo do movimento humano possui características de ordenação espaço-temporal, como por exemplo na corrida, onde o ritmo reflete as relações temporais entre cada passada, além da alternância entre contração e descontração muscular, que resulta na aplicação da força muscular também como determinante do ritmo.

O ritmo da corrida pode ser determinado a partir da frequência com que os pés tocam o solo. Por ser a corrida um movimento cíclico, pode-se quantificar o

seu ritmo a partir do período entre cada toque do calcanhar do mesmo membro com o chão.

O controle rítmico do movimento humano ocorre no sistema nervoso central. Quando este movimento é voluntário, o controle é instalado pelo córtex motor. Entretanto, quando o movimento é automático por já ter sido aprendido, tem o controle subcortical (GUYTON, 1986 e MACHADO, 1988). O equilíbrio entre as atividades corticais e subcorticais aparece, por exemplo, na criança no decorrer da aquisição da atividade de locomoção (LE BOULCH, 1984).

O ritmo do movimento humano leva em conta fatores fisiológicos de custo energético em função da escolha da frequência do movimento pelo próprio indivíduo. STEGMANN (1979) demonstrou que o indivíduo adapta-se a uma frequência própria que corresponde ao gasto energético mínimo para aquele movimento. Outro estudo mostra que um indivíduo escolhe o seu ritmo preferido para executar tarefas motoras, proporcionando melhor desempenho (SMOLL, SCHUTZ, 1982).

Para conseguir descrever quantitativamente o movimento humano, é necessário um instrumental adequado, o que só foi possível com o avanço da eletrônica e da computação, que abriu a possibilidade de desenvolvimento da digitalização e do processamento de imagens obtidas por videografia.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um método sensível para a análise quantitativa da cinemática do movimento humano, permitindo, por exemplo, a detecção detalhada de padrões rítmicos. Este método será aplicado, inicialmente, no estudo da movimentação dos membros inferiores de um sujeito durante a corrida com velocidade moderada.

Esta aplicação inicial tem um caráter meramente operacional, pois o volume de dados é muito grande, o que inviabiliza, neste estudo, a investigação de outros segmentos corporais. Entretanto, este fato não limita a generalidade do método. A opção pela escolha dos membros inferiores foi pelo caráter praticamente bidimensional da sua movimentação (o movimento ocorre predominantemente no plano sagital) e devido ao grande número de pesquisas sobre locomoção humana que utilizam variáveis cinemáticas destes segmentos, o que possibilita uma futura comparação entre os métodos utilizados. (CAVANAGH, GRIEVE, 1973; WINTER et al, 1974; FOLEY et al, 1979; BROWN, PARKER, 1992).

O texto procura levar o leitor a acompanhar cada passo do trabalho executado, mostrando a sequência dos procedimentos adotados. Apesar do trabalho ser sobre o desenvolvimento de uma metodologia, optamos pela inclusão de um capítulo denominado Metodologia para que o leitor pudesse compreender todo o processo detalhadamente. Separamos, ainda, em um outro capítulo, uma relação de Resultados comentados, para destacar os dados quantitativos obtidos na análise executada. O conjunto completo dos resultados brutos está no Anexo II.

2-METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste na filmagem em vídeo VHS de trechos de corrida de aproximadamente nove metros, digitalização quadro a quadro de cada sequência de imagens, medição da posição angular de coxas e pernas em relação à vertical e das posições horizontal e vertical das articulações do joelho nas imagens em função do tempo, correção dos efeitos de perspectiva e escala, e análise matemática que ajusta o conjunto de dados (obtidos na medição) por Série de Fourier (quadrados mínimos) com tratamento estatístico dos dados experimentais para avaliar a qualidade do ajuste efetuado.

Os dados discretos obtidos na medição são muito volumosos, da ordem de oitocentos dados para cada corrida. Com o ajuste efetuado, passamos a contar com apenas quinze parâmetros que descrevem uma função contínua. O conjunto de séries harmônicas assim obtidas permite uma representação matemática contínua do comportamento cinemático dos membros inferiores do sujeito em movimentação real.

Desta forma, temos os parâmetros cinemáticos da posição angular do segmento escolhido (ou da posição da articulação) em função do tempo. Como na realidade o movimento humano é reconhecidamente contínuo, podemos, então, pensar em derivadas da função ajustada. A derivada primeira da posição representa a velocidade e a derivada segunda, a aceleração. Para visualizar e interpretar estas derivadas, podemos aproveitar da técnica de derivação gráfica para construir o gráfico da velocidade em função do tempo a partir do gráfico posição-tempo. Para cada ponto deste último, mede-se a inclinação da reta tangente à curva neste ponto e transporta-se cada valor obtido para o gráfico velocidade-tempo (LUCIE, 1979). Este mesmo procedimento é aplicado para construir o gráfico da aceleração em função do tempo a partir do gráfico velocidade-tempo. Para exemplificar, utilizaremos resultados obtidos neste trabalho (com um ajuste contendo quatro harmônicas), que serão apresentados mais detalhadamente no capítulo 3. Observe na figura 2 os gráficos posição angular-tempo (I), velocidade angular-tempo (II) e aceleração angular-tempo (III), da perna esquerda da corrida LK15C, todos os gráficos cobrindo um período igual ao ciclo completo de uma passada (período entre dois contatos sucessivos do mesmo pé com o solo). Destacamos alguns pontos de interesse mais específicos, denominados A, B, C, D, para examinarmos o que ocorre em cada

etapa da derivação. Estes são os pontos de inflexão do gráfico I, ou seja, pontos de transição entre uma concavidade e uma convexidade, que correspondem a pontos de pico (de máximo ou de mínimo) no gráfico II e a valores nulos no gráfico III. Note que estes pontos citados são apenas alguns dos quais pode-se utilizar para exemplificar a derivação gráfica e que servem para auxiliar na análise cinemática da corrida.

Dividimos este capítulo em subítens referentes a cada passo desta metodologia, a fim de que o leitor possa acompanhar com clareza todas as etapas do método proposto. Iniciamos pela realização das filmagens, onde descrevemos como as mesmas ocorreram. A seguir, contamos sobre o processo de digitalização, desde a técnica de transformação A/D, até a transferência e arquivamento das imagens digitalizadas. A terceira parte deve ser vista como um parênteses nesta sequência, pois trata-se do resumo do desenvolvimento dos softwares utilizados tanto no processamento das imagens como nas medições e ajustes efetuados. Logo após, vem o subítem relativo à medição da posição angular e das coordenadas articulares, que apresenta a técnica utilizada na medição das variáveis citadas e como são arquivados estes resultados. O próximo subítem descreve como se dá o tratamento dos dados obtidos na medição, ou seja, como fazemos para corrigir os efeitos de escala e perspectiva devido à utilização de apenas uma câmera. Por fim, temos a análise matemática e estatística, onde mostramos como fazer o ajuste de função e o tratamento estatístico.

PERNA ESQUERDA NC=22 LK15C

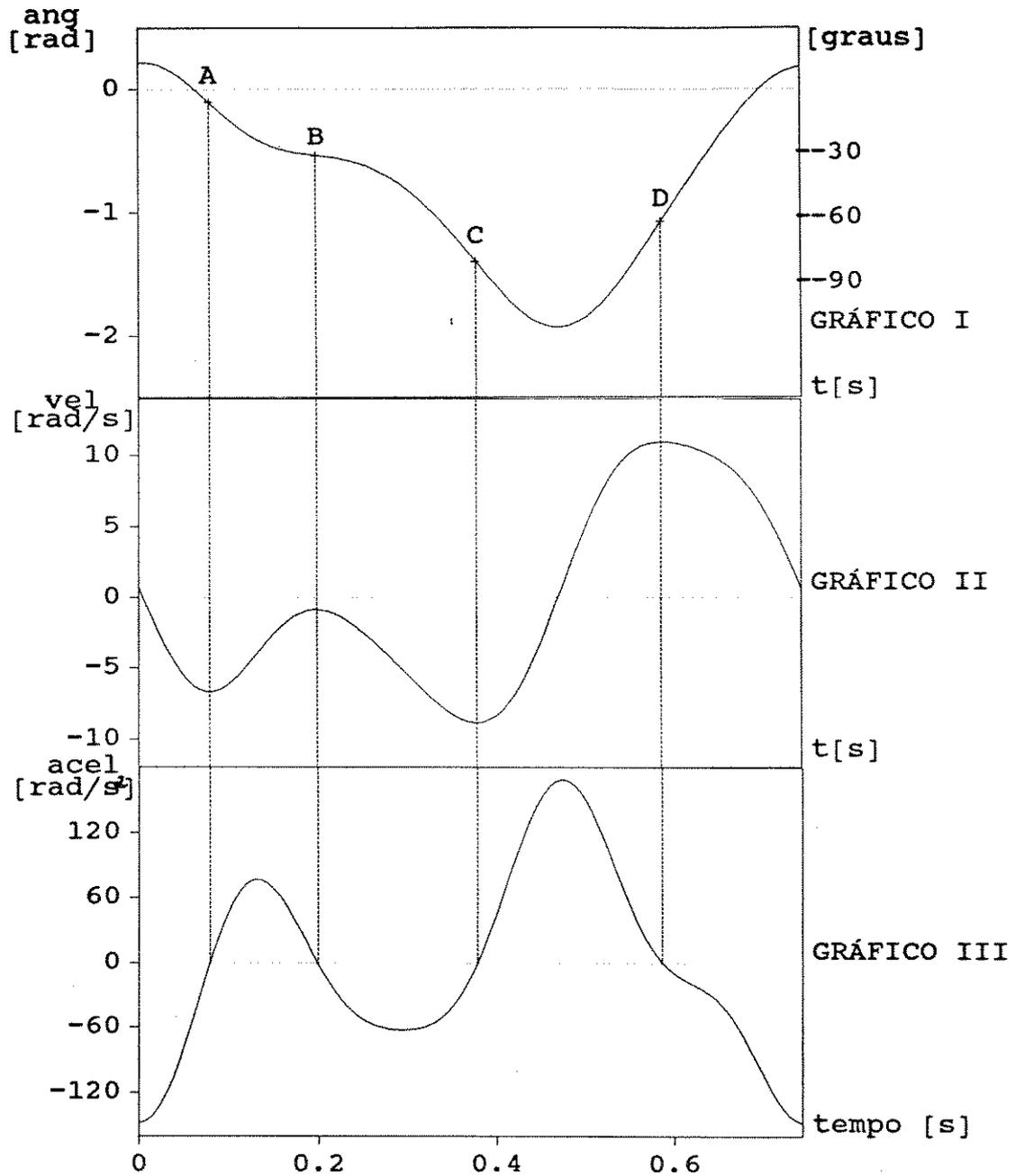


FIGURA 2

Gráficos de posição-tempo com 4 harmônicas(I), velocidade-tempo(II) e aceleração-tempo(III), exemplificando a técnica de derivação gráfica.

2.1 - REALIZAÇÃO DAS FILMAGENS

As filmagens foram realizadas no período de 19/09/90 a 12/12/90, sendo que, em cada dia de experiência, duas corridas eram realizadas em horários consecutivos, com intervalo de uma hora entre elas. Foram considerados os horários solares, para que não houvesse alteração com a implantação do horário de verão. A opção por utilizar horários pré-determinados foi no sentido de controlar a variável hora do dia para que a mesma não tivesse qualquer influência nas variáveis cinemáticas no movimento dos segmentos inferiores durante a corrida. A relação dos horários abrangidos está no quadro I. Três crianças, com idades de nove, dez e onze anos, executavam corridas de curta duração, seguindo a orientação de correrem, numa primeira etapa, de forma natural, mantendo a velocidade constante. Os sujeitos executavam três voltas ao redor da quadra de esportes (tempo aproximado de um minuto), e em cada uma destas voltas eles passavam por um cenário montado no local, onde realizávamos a filmagem. Escolhemos para análise sempre a segunda passagem pelo cenário (com duração de mais ou menos dois segundos), de modo a padronizar a sequência. As corridas foram sempre realizadas em uma única direção e sentido, na qual o sujeito deslocava-se da direita para a esquerda visto da câmera. Numa etapa seguinte, corriam procurando acompanhar um ritmo marcado por uma bateria eletrônica, executado por um aparelho de som instalado no local. Este ritmo imposto possuía frequências fixas, escolhidas aleatoriamente entre as seguintes: 160, 180, 200 e 220 beats/min, uma a cada sessão. O mesmo foi utilizado para que pudéssemos avaliar, no futuro, se a capacidade em acompanhar o ritmo sonoro, ou seja, fazer coincidir cada toque do pé no chão com a batida ritmada, apresenta alguma associação com parâmetros cinemáticos ou dinâmicos. Antes do início da atividade, os sujeitos respondiam um questionário sobre sua alimentação, sono, saúde e ânimo para a execução da corrida (Anexo I), além de realizarem um aquecimento prévio. Apenas um dos sujeitos filmados (idade de 10 anos) foi analisado neste trabalho, devido ao número elevado de dados envolvidos na análise de cada indivíduo.

A câmera de vídeo (Panasonic M1000) era apoiada em um tripé fixo e acompanhava, com um movimento de rotação, a corrida de cada um apenas em um trecho de aproximadamente 9 metros. O eixo óptico da câmera foi sempre mantido horizontal. Os sujeitos passavam sobre um carpete preto fixado no chão, tendo ao

fundo um pano preto estendido. A função do cenário é criar condições favoráveis de contraste para a conversão do sinal analógico do vídeo em sinal digital do computador e para facilitar futuras análises automatizadas por processamento de imagens por computador. Este cenário era montado antecipadamente para cada sessão de filmagem, e possuía, ainda, quatro sarrafos de quatro metros de comprimento cada, graduados de 40 em 40 centímetros (dois sarrafos) e de 50 em 50 centímetros (os outros dois sarrafos), os quais eram colocados na frente do carpete, sobre um pano, também preto, estendido no chão, para possibilitar uma localização espacial do sujeito, bem como quantificar na imagem os efeitos de escala e de perspectiva gerados pela câmera e sua movimentação. A disposição citada está mostrada na figura 3, com duas fotografias tiradas sob vistas diferentes. A cada sessão, antes do início das filmagens, eram realizadas medições das distâncias entre a câmera e o local de corrida, e entre o conjunto de sarrafos, utilizando uma trena de 30 metros da marca STARRETT.

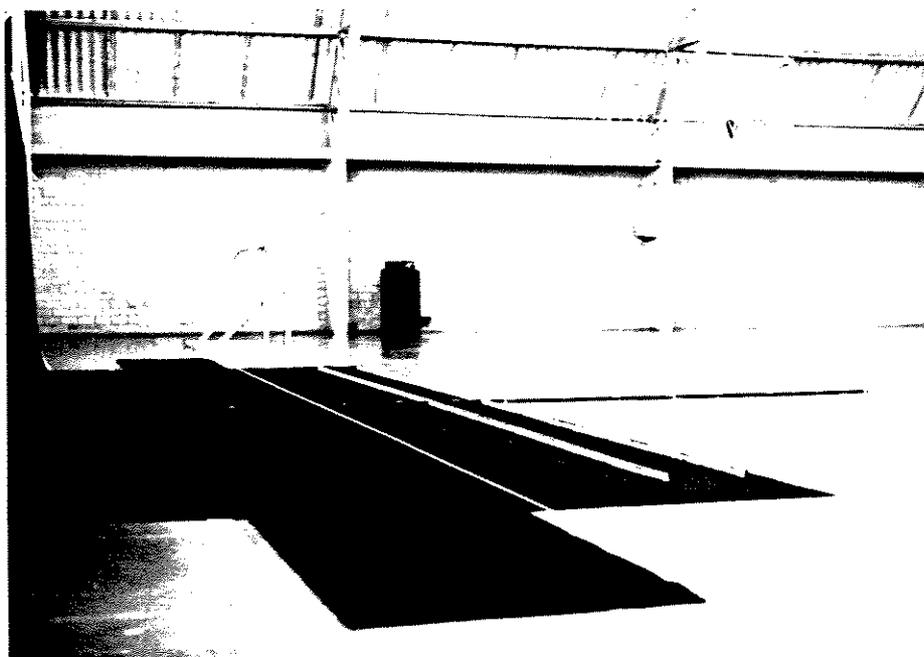
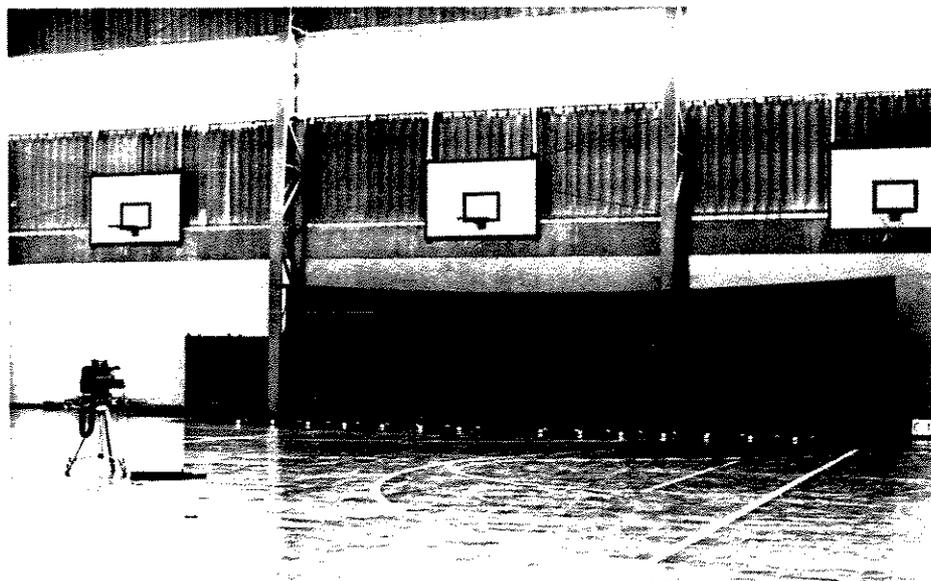


FIGURA 3
Fotografias do local de corrida

2.2-DIGITALIZAÇÃO DAS IMAGENS

Com a realização das filmagens, todas as corridas ficam registradas em fita de vídeo. Transcodificamos, em seguida, o sinal de vídeo analógico para códigos digitais compatíveis com o computador. Para executar esta tarefa, utiliza-se um digitalizador IMAGEWISE, da Circuit Cellar Inc. Ele é um circuito conversor controlado por micro processador 8031, que recebe do vídeo cassete uma imagem analógica por vez, convertendo-a em "pixels" digitais montados em uma matriz, cada uma contendo 256 pontos em cada uma das 244 linhas e com 64 níveis de tonalidade de cinza. Esta matriz é então transferida para um micro computador padrão IBM-PC através de uma porta serial RS-232.

No início de cada sessão de digitalização, faz-se um ajuste das tonalidades para permitir a escolha do contraste adequado. Para tanto, observa-se e otimiza-se o histograma das frequências dos níveis de cinza obtidos na imagem.

Em seguida, inicia-se a digitalização propriamente dita, congelando-se na tela da televisão a primeira imagem na qual o sujeito esteja com todas as partes do seu corpo dentro do quadro. Aciona-se, então, o programa, instalado no micro PC, comunicando ao digitalizador que a imagem está pronta para ser captada, transcodificada e armazenada em uma memória de 64 kbytes do digitalizador, de onde o código é transferido para o PC para ser arquivado em disco rígido ou flexível. Repete-se, então, a operação para os quadros seguintes, mantendo a imagem do vídeo congelada por um tempo superior aos 30 segundos permitidos pelos circuitos de proteção do vídeo-cassete, através de uma operação especial descoberta para permitir que este sistema de proteção não interferisse. Este ato, mesmo gerando um desgaste maior nas cabeças do vídeo, é de fundamental importância para que a imagem possa ficar parada o tempo suficiente para ocorrer a digitalização e a transmissão dos quadros, e assim, garantir que o quadro seguinte seja realmente o próximo da sequência.

As vinte e seis corridas analisadas apresentaram uma média de aproximadamente 67 imagens por corrida. Como cada imagem é armazenada em 62720 bytes, esta média representa 4,2 Mbytes de memória arquivada por corrida. Utilizando técnicas de compressão de imagens, pudemos reduzir a ocupação da memória para 1,6 Mbytes por corrida, em média.

Durante o processo de digitalização, foi utilizado um caderno de anotações, no qual foram registrados uma série de informações, tais como: nome e tamanho

de cada arquivo da respectiva imagem gravada, em qual momento da sequência ocorreu o toque do pé do sujeito no solo ou a sua passagem pelo centro da cena, além de outras informações relevantes que possam ajudar na identificação futura de uma situação específica qualquer.

O arquivamento das imagens é feito, normalmente, no disco rígido do micro PC e, ao finalizar o procedimento de digitalização, faz-se a cópia dos arquivos para os disquetes 5 1/4" de modo a poder transferir os dados para um sistema mais potente de processamento.

O QUADRO I representa a quantidade de imagens armazenada para cada corrida, mostrando o total das 26 corridas e das 1738 imagens processadas e analisadas.

CORRIDA NÚMERO	DATA	HORÁRIO * NÚMERO	IMAGENS
01	09/09/90	16,50	55
02	09/09/90	17,17	41
03	22/09/90	07,02	64
04	22/09/90	08,00	66
05	26/09/90	17,25	68
06	26/09/90	18,00	81
07	29/09/90	12,15	73
08	29/09/90	13,05	71
09	06/10/90	13,10	78
10	06/10/90	14,00	67
11	13/10/90	11,00	55
12	13/10/90	12,00	64
13	10/11/90	09,03	63
14	10/11/90	10,00	62
15	21/11/90	17,07	66
16	21/11/90	18,00	80
17	25/11/90	08,00	67
18	25/11/90	09,00	73
19	28/11/90	18,12	58
20	28/11/90	19,00	64
21	05/12/90	14,00	67
22	05/12/90	15,00	68
23	09/12/90	07,02	70
24	09/12/90	08,00	74
25	12/12/90	13,47	68
26	12/12/90	14,00	75

TOTAL DE CORRIDAS = 26

TOTAL DE IMAGENS = 1738

* - horário solar (notação com sistema decimal), referente à primeira passagem do sujeito na corrida

QUADRO I

Data, horário e número de imagens de cada corrida analisada

Após ter gravado em disquetes 5 1/4" os arquivos contendo as imagens digitalizadas, é preciso transferi-los para a Estação de Trabalho (SUN SPARCstation 1+), onde estão instalados os softwares para a realização das medições da posição angular dos membros inferiores e das coordenadas da articulação desejada. Como a Estação de Trabalho não possui acionador ("drive") para este tipo de disquete, mas apenas para disquete 3 1/2", deve-se fazer uma cópia destes arquivos para disquetes compatíveis com o equipamento a ser usado. Para tanto, foi utilizado um micro computador padrão IBM-PC da linha 386, do Serviço de Apoio ao Usuário do Centro de Computação da Unicamp.

Em seguida, estes arquivos, registrados no disquete 3 1/2" em padrão DOS, devem ser transferidos para o disco rígido da Estação de Trabalho, realizando a conversão para o padrão UNIX. Para tanto, utiliza-se um software de domínio público (MTOOLS) que executa esta rotina imagem por imagem. Desta forma, as sequências de imagens estão prontas para a realização das medições, conforme descrição posterior.

Logo que os arquivos com as imagens são instalados na Estação de Trabalho, é importante que se faça uma cópia de segurança ("back up") dos mesmos, a fim de garantir o acesso a qualquer imagem no momento que for necessário. Para isto, foi escolhida a fita magnética, devido à sua boa capacidade de memória (150 Mbytes), o que garante a utilização de apenas uma fita para o arquivamento de todas as imagens da pesquisa.

Nesta fita, cada sequência de imagens de uma corrida é gravada em um único bloco, os quais são separados entre si por uma marca de fim de arquivo. No caderno de anotações, registra-se quais os arquivos que foram registrados na fita e em que ordem isto se deu, a data de tal operação, além de outras informações básicas, para facilitar o acesso futuro às imagens arquivadas.

Desta forma, temos em arquivos as imagens de todas as sequências filmadas. Este volume de 1738 imagens é analisado por computador e, portanto, é preciso desenvolver e aplicar programas computacionais específicos. Este é o assunto do próximo capítulo que, devido à esta especificidade, foi destacado para que o leitor pudesse entender esta etapa como uma ponte entre a fase de obtenção das imagens e a fase seguinte de análise e interpretação das mesmas.

2.3-DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES ESPECÍFICOS

Para a realização do processamento das imagens e das medições das variáveis desejadas, utiliza-se softwares instalados na Estação de Trabalho, dos quais os mais específicos foram desenvolvidos no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB) da Faculdade de Educação Física da Unicamp, alguns escritos em linguagem FORTRAN e outros em linguagem C. Para que estes programas pudessem atender às necessidades metodológicas e instrumentais do projeto, foram feitas adaptações sobre os originais. Como exemplo, o software de ajuste por quadrados mínimos (Série de Fourier), desenvolvido por BREZIKOFER, que permite sequências temporais de pontos experimentais com intervalos irregulares e considera a incerteza avaliada pelo operador em cada ponto medido utilizando o programa de minimização ("CURFIT") citado em BEVINGTON (1969). Para nossa aplicação, o programa de ajuste passou por adaptações necessárias para que o mesmo pudesse ser aplicado neste projeto. Estas adaptações vieram em função do tipo de dados analisados, da necessidade de corrigir os efeitos de escala e perspectiva devido à utilização de apenas uma câmera nas filmagens, da geração de arquivos de saída reduzidos e adaptados para a próxima etapa do trabalho, e de outros detalhes.

Além disto, todos os softwares foram sistematicamente adaptados para que seus arquivos de entrada e de saída fossem compatíveis entre si, para agilizar o processo de leitura dos dados pelos programas subsequentes. Todas as operações efetuadas neste sentido tornaram estes programas cada vez mais de uso específico para a metodologia desenvolvida. Para tanto, foi preciso estudar o funcionamento do original de cada um deles para poder organizar e adaptá-los com segurança.

Os principais softwares utilizados a partir da instalação das imagens na Estação de Trabalho são os seguintes:

- Projeção de cada imagem na tela gráfica, ampliação da imagem, execução de "zoom" sobre a região de interesse do corpo, medição das posições angulares e das coordenadas da articulação desejada e medição das coordenadas das referências na régua graduada (escala) pelo pesquisador, além da criação de arquivo específico contendo os dados resultantes das medidas.

- Ajuste matemático por série de Fourier (quadrados mínimos) sobre os pontos experimentais medidos, utilização dos resíduos para garantir e avaliar a

qualidade do ajuste, programa que inclui a correção dos efeitos de perspectiva (ângulos corrigidos) e de escala (posição horizontal e/ou vertical) devido ao movimento da câmera.

- Montagem de um arquivo de impressão específico contendo parâmetros das funções ajustadas, ordenado em função do horário de corrida, facilitando, assim, a análise dos resultados.

- Análise cinemática dos resultados, obtendo dados sobre as posições, as velocidades e as acelerações, entre outros.

A seguir, apresentamos a continuação da explicação do procedimento metodológico, com a medição das posições angulares dos membros inferiores e das coordenadas cartesianas das articulações desejadas.

2.4-MEDIÇÃO DA POSIÇÃO ANGULAR DOS MEMBROS INFERIORES

Neste subitem será apresentado o método de medição para a determinação das variáveis utilizadas nesta pesquisa, implementado na Estação de Trabalho Gráfica SUN SPARCstation 1+, desenvolvido no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB) da Faculdade de Educação Física da Unicamp (MUNOZ, BRENZIKOFER, 1992).

A Estação de Trabalho SUN SPARCstation 1+ possui uma definição de imagens muito boa, com uma resolução gráfica de 1152 x 900 pontos (contra 640 x 400 pontos na tela tipo CGA), e permite a visualização na tela dos sessenta e quatro níveis de cinza detectados pela placa digitalizadora. Desta forma, optamos por trabalhar no desenvolvimento de um método que possibilitasse as medições desejadas na própria Estação de Trabalho, aproveitando dos seus recursos. Este método consiste na projeção da imagem na tela gráfica, seguida pela marcação de pontos anatômicos escolhidos, com o auxílio do cursor, controlado manualmente via "mouse". Assim, o programa elaborado determina os ângulos e coordenadas com erro estimado, levando em conta que o "pixel" é o elemento básico de imagem, com forma retangular. Quando projetamos a figura de um quadrado na tela, verificamos que ocorre uma deformação desta, resultando numa relação de fator 1,20 entre a altura e a largura. A distorção da imagem, representado por este fator, é levado em consideração na determinação dos ângulos e das coordenadas. Os valores medidos ou calculados são gravados em um arquivo para

as análises futuras. Quando colocamos uma imagem na tela, podemos destacar a região a ser analisada para facilitar a localização da projeção dos pontos anatômicos. Para tanto, amplia-se a imagem inteira na tela (no nosso caso, duas vezes), além de ampliar com o "zoom" a região dos membros inferiores. Com o auxílio do "mouse", posiciona-se o cursor no local desejado da projeção da articulação na tela, marcando-se este ponto. A partir disto, na tela, o computador une com um segmento de reta este ponto marcado à posição subsequente em que colocamos o cursor, determinando o ângulo deste segmento em relação à vertical e a coordenada cartesiana da articulação, no nosso caso do joelho medido. A seguir, quantifica-se o grau de insegurança do operador na marcação da posição da articulação, através da criação de um círculo ao redor do ponto escolhido. Repete-se o mesmo procedimento para o segmento seguinte, para o outro membro e para as imagens consecutivas. Todos os resultados são armazenados automaticamente em um arquivo pré-selecionado. Optamos por padronizar a sequência de medições das projeções das articulações, iniciando sempre pelo tornozelo, depois joelho, e finalmente coxo-femural, e primeiramente pelo membro esquerdo.

Os pontos anatômicos escolhidos foram: para a articulação coxo-femoral, a distância horizontal média entre a projeção da sínfise púbica e a massa muscular do glúteo máximo; para a articulação do joelho, a distância média entre o centro da patela e a fossa poplíteia; e para a articulação do tornozelo, a distância média entre o vértice do ângulo da dorso-flexão do pé e os tubérculos lateral e medial do osso calcâneo.

Convencionamos, ainda, que os ângulos seriam medidos em relação à vertical, sendo considerados positivos quando o segmento estivesse a frente da vertical, e negativos quando atrás da vertical, em relação ao sentido da corrida, adotando assim uma convenção coincidente com CAVANAGH e GRIEVE (1973). A importância de medirmos a posição angular dos membros em relação à vertical vem do fato do corpo humano ser um sistema articulado sempre submetido ao campo gravitacional vertical.

Após terminadas as medições de uma sequência inteira, é importante conferir o arquivo com os resultados, que estão armazenados em uma matriz contendo o número de linhas igual ao número de imagens daquela corrida e treze colunas apresentando o número da imagem, a coordenada horizontal do joelho, a coordenada vertical do joelho, o ângulo da perna, o erro associado ao ângulo da

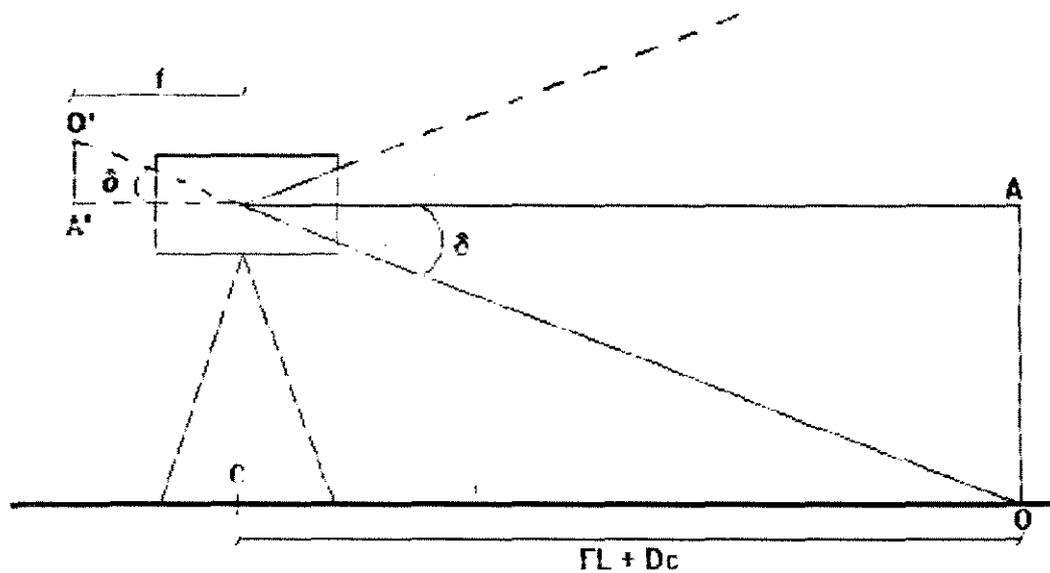
perna, o ângulo da coxa e o erro associado ao ângulo da coxa, primeiro para o membro esquerdo e, em seguida, na mesma ordem para o membro direito. A seguir, completa-se o arquivo com detalhes importantes como a identificação da corrida, a distância da câmera à régua de escala, o horário solar em que a corrida foi realizada, o número de imagens obtidas na digitalização, e em quais imagens (número da linha da matriz) encontram-se os valores máximo e mínimo dos ângulos correspondentes a cada um dos segmentos medidos (perna e coxa, esquerda e direita), antecidos pelo número da coluna da matriz onde os resultados estão armazenados. Estes dados servem de legenda e guia tanto para o pesquisador quanto para o programa subsequente que irá utilizar estes dados. Finalmente, este arquivo é nomeado com um código que garante a identificação do mesmo, e copiado em disquete 3 1/2" para arquivamento. Um exemplo do impresso de um arquivo destes, contendo apenas os dados relativos ao lado esquerdo do corpo, pode ser visto no Anexo II.

Assim, uma vez realizada a medição e armazenados os dados, passamos ao processamento destes, começando pela correção dos efeitos de perspectiva e escala, por se tratar de uma análise bidimensional.

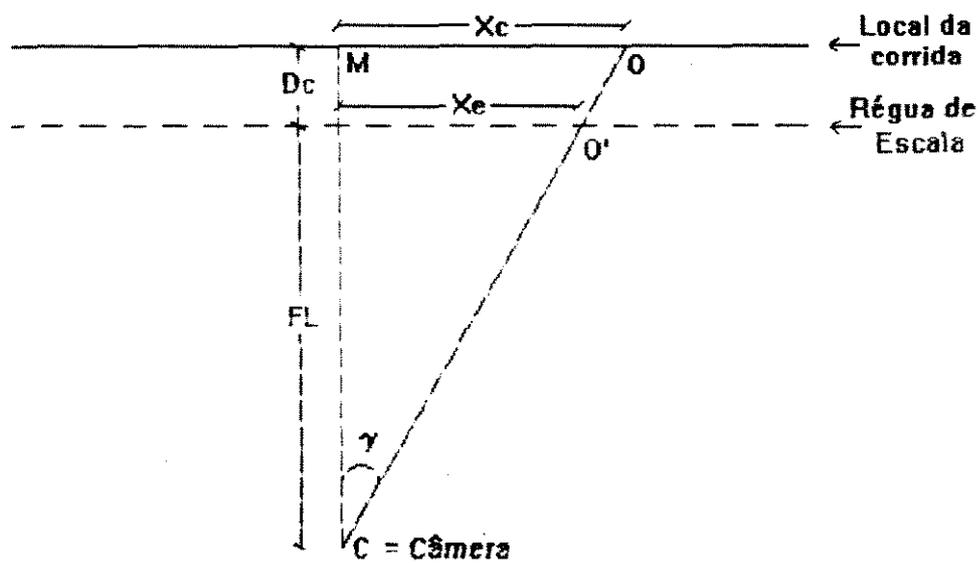
2.5-TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento inicial dos dados brutos obtidos na medição consiste em corrigir os efeitos de escala e de perspectiva. Estes efeitos surgem em função de realizarmos filmagens monoculares, sem reconstrução tridimensional. Como já foi dito anteriormente, a utilização de apenas uma câmera para registro do movimento é justificada pelo fato da movimentação dos membros inferiores durante a corrida ocorrer predominantemente no plano sagital. Esta única câmera, apoiada no tripé fixo, movimentava-se apenas horizontalmente para acompanhar a corrida. Além disto, o seu eixo óptico foi mantido paralelo ao plano do solo e apontava para o centro da imagem, a uma altura correspondente à altura média da articulação do joelho. Esta consideração deve-se ao fato de utilizarmos a articulação do joelho para calcular a posição real do sujeito no espaço em função do tempo.

Pode-se deduzir a correção do efeito de escala horizontal e vertical a partir do conhecimento prévio da geometria da situação do local onde foram realizadas as corridas (Figura 4).



vista lateral (sem escala)



vista superior (sem escala)

FIGURA 4
Desenho esquemático do local de filmagem

AO = comprimento real do segmento analisado na orientação vertical

A'O' = comprimento na imagem do segmento analisado

f = foco da câmera

C = posição da câmera

FL = distância horizontal entre a câmera e a régua de escala

Dc = distância horizontal entre a régua de escala e o local de corrida

Xe = distância horizontal medida na régua de escala

Xc = distância horizontal correspondente a Xe no plano da corrida

No plano da corrida, qualquer segmento vertical corresponde a um segmento também vertical no plano da imagem, pois não há movimento vertical da câmera. Assim, para a correção do efeito de escala vertical, basta transformar a escala medida na imagem para a escala real do objeto, Para isto, consideramos a distância horizontal, medida na imagem, entre duas marcas centrais na régua de escala, corrigida pelo fator (horizontal/vertical) descrito no capítulo anterior. Faremos, a seguir, a dedução matemática deste tratamento para chegarmos ao fator de correção para a escala vertical.

Quando o objeto a ser analisado está sobre o ponto central da linha de corrida, onde o plano do local de corrida é paralelo ao plano da imagem, temos:

$$AO = (FL+Dc) \cdot \tan(\delta) \quad (1)$$

Em qualquer outro ponto da linha de corrida, temos:

$$AO = CO \cdot \tan(\delta') \quad (2)$$

Dividindo (1) por (2), vem:

$$\frac{FL+Dc}{CO} \cdot \frac{\tan(\delta)}{\tan(\delta')} = 1$$

Sendo:

$$\frac{FL+Dc}{CO} = \cos(\gamma)$$

então:

$$\frac{\tan(\delta)}{\tan(\delta')} = \frac{1}{\cos(\gamma)} \quad (3)$$

Na imagem, temos a distância vertical medida quando o objeto

encontra-se no ponto central da linha de corrida, que é:

$$y = f \cdot \tan(\delta) \quad (4)$$

Quando o objeto encontra-se em um outro ponto qualquer da linha de corrida, temos que a distância vertical medida na imagem é:

$$y' = f \cdot \tan(\delta') \quad (5)$$

Assim, dividindo (4) por (5), vem:

$$\frac{y}{y'} = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\delta')} \quad (6)$$

Substituindo (6) em (3), temos:

$$y = \frac{y'}{\cos(\gamma)} \quad (7)$$

Como:

$$\cos(\gamma) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Xe}{FL}\right)^2}}$$

então o fator de correção da coordenada vertical é igual a:

$$y = y' \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{Xe}{FL}\right)^2} \quad (8)$$

Para o tratamento do efeito de escala horizontal, devemos levar em conta que, na imagem, as marcas de referência não aparecem equidistantes como são na régua de escala real. Na imagem, a distância entre duas marcas de referências consecutivas vai diminuindo quanto mais afastadas estiverem do ponto central (local da linha de corrida onde o eixo óptico da câmera é ortogonal ao plano que contém a linha de corrida). Sabendo que a distância real entre duas marcas na régua é igual a 0,5 m, fazemos, então, a transformação da escala medida na imagem entre cada par de marcas de referências para a escala horizontal real.

A partir disto, podemos tratar do efeito de perspectiva, tanto da coordenada horizontal da articulação do joelho como do ângulo, em relação à vertical, do segmento medido, em razão da rotação da câmera sobre o tripé.

Quando o objeto não se encontra sobre o ponto central da linha de corrida, o plano da imagem não é paralelo ao plano da corrida. Isto gera uma distorção que deve ser corrigida. Portanto, projetamos a régua de escala para o plano da corrida e fazemos uma interpolação linear da coordenada desejada a partir das coordenadas das marcas de referências. Em seguida, estes valores são reprojatados para o plano que contém a régua de escala e determinado o fator de correção através da utilização do teorema de Tales (semelhança de triângulos). A partir da figura 4, podemos deduzir este fator, conforme segue:

$$\frac{FL}{Xe} = \frac{FL+Dc}{Xc} \quad \text{ou}$$

$$Xc = \frac{FL+Dc}{FL} \cdot Xe \quad (9)$$

Como as corridas foram sempre realizadas em uma única direção e sentido, na qual o sujeito estava sempre com o seu lado esquerdo mais próximo da câmera, ou seja, deslocando-se da direita para a esquerda visto da câmera, acrescentamos um valor igual à distância horizontal do plano sagital médio do corpo à articulação coxo-femural (0,14 m). Para o membro direito este termo é positivo e para o esquerdo é negativo.

Portanto, a equação (9) fica da seguinte forma:

$$Xc = \frac{FL+Dc \pm 0,14}{FL} \cdot Xe \quad (10)$$

Para a correção da perspectiva do ângulo medido, vamos observar também a figura 5, onde o ângulo medido na imagem (α') representa uma projeção do ângulo real (α). Então, a dedução da fórmula para a correção da perspectiva do ângulo medido é a seguinte:

$$\tan(\gamma) = \frac{Xe}{FL}$$

$$\cos(\gamma) = \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2(\gamma)}}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{OP}{QA}$$

$$\tan(\alpha') = \frac{OQ}{QA}$$

Aproximando:

$$\cos(\gamma) = \frac{OQ}{OP} \quad , \text{ temos:}$$

$$OP = \frac{OQ}{\cos(\gamma)}$$

Então:

$$\tan(\alpha) = \frac{\tan(\alpha')}{\cos(\gamma)} \quad e:$$

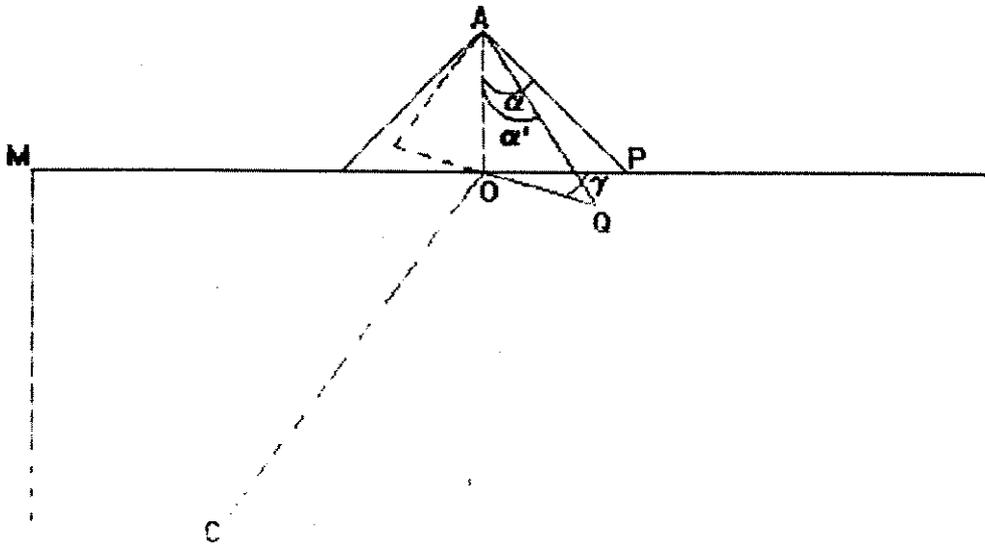
$$\tan(\alpha) = \tan(\alpha') \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{Xe}{FL}\right)^2}$$

e portanto:

$$\alpha = \arctan\left[\tan(\alpha') \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{Xe}{FL}\right)^2}\right] \quad (11)$$

Com este tratamento, passamos a dispor dos valores dos ângulos dos segmentos e das coordenadas das articulações, correspondentes ao fenômeno nas escalas do espaço real. Estes dados, referentes às vinte e seis corridas, estão armazenados e representam um conjunto abstrato de aproximadamente vinte mil números.

Para que possamos interpretar as informações contidas nestes números, devemos transformar estes dados discretos em funções contínuas do tempo. No próximo capítulo, veremos qual o modelo matemático escolhido para o ajuste, quais os tratamentos estatísticos utilizados, como se dá este ajuste e quais os critérios para garantir a sua qualidade.



OBS.: No desenho acima, o eixo óptico (CO) está projetado no solo

FIGURA 5

Desenho em perspectiva do segmento AP analisado

2.6-ANÁLISE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

Para reconstituirmos informações sobre o movimento a partir de uma amostragem discreta das variáveis investigadas, precisamos transformar estes dados em funções contínuas do tempo, que nos permitam visualizar o que está ocorrendo na realidade com este movimento. Para tanto, ajustamos uma curva que descreva, o mais fielmente possível, os pontos experimentais obtidos, verificando a qualidade do ajuste através de métodos estatísticos. Inicialmente, escolhemos um modelo matemático para representar o movimento analisado. Depois, explicaremos o tratamento estatístico, seguido pela técnica de ajuste de função, além dos critérios para determinar a qualidade deste ajuste.

2.6.1-ESCOLHA DO MODELO

Para realizar o ajuste, podemos escolher vários modelos matemáticos. Entretanto, como estamos considerando o movimento contínuo e periódico, é natural pensar em série de Fourier para representar o fenômeno.

A série de Fourier é um polinômio trigonométrico cujos parâmetros podem ser determinados por técnicas de quadrados mínimos. No nosso caso, estes parâmetros são o valor médio da função, a frequência angular, as amplitudes e as fases de todas as harmônicas envolvidas. No software desenvolvido neste estudo, acrescentamos à série de Fourier um coeficiente angular que representa a velocidade horizontal média da articulação do joelho, e que deverá ser compatível com o zero nos ajustes angulares. O ajuste destes parâmetros leva a uma função contínua, que pode ser descrita de duas formas equivalentes:

$$f(t) = M + \sum_{k=1}^{NH} [A_k \cdot \sin(k \cdot w \cdot t) + B_k \cdot \cos(k \cdot w \cdot t)] + C \cdot t \quad (12)$$

ou:

$$f(t) = M + \sum_{k=1}^{NH} [a_k \cdot \sin(k \cdot w \cdot t + \phi_k)] + C \cdot t \quad (13)$$

M = valor médio da função ajustada

A_k = amplitude da k-ésima função seno

B_k = amplitude da k-ésima função coseno

a_k = amplitude da harmônica "k" = $(A_k^2 + B_k^2)^{1/2}$

ϕ_k = fase da harmônica "k" = $\arctan(B_k/A_k)$

w = frequência angular

t = tempo

NH = número total de harmônicas considerado

C = coeficiente angular do componente linear da função analisada

Cada termo da somatória é denominado de harmônica, identificada pelo índice k . A escolha do número de harmônicas somadas na série é definida por critérios estatísticos, como veremos adiante. A somatória das harmônicas pode ser melhor compreendida se observarmos a figura 6. Nela estão apresentadas seis harmônicas independentes, cada qual com a sua amplitude e fase caracterizadas pelo ajuste executado.

Para chegarmos ao espectro final da curva ajustada, somamos, para cada instante t , as amplitudes de cada uma das harmônicas, levando em conta a simetria da curva em relação ao valor médio ajustado. A figura 7 mostra uma curva ajustada com as seis harmônicas citadas.

É interessante notar que, a medida que k cresce, diminui a contribuição das harmônicas, permitindo, assim, prever que um número limitado destas será suficiente para representar o fenômeno.

Cria-se, então, um arquivo de saída de dados de formato reduzido, contendo apenas os parâmetros fundamentais para a análise pelos programas seguintes (os parâmetros descritos acima). A versão impressa dos arquivos reduzidos de todas as corridas podem ser vistos no Anexo III.

Entretanto, há, ainda, uma opção por um arquivo mais detalhado e completo de saída do programa, com formato legível para o pesquisador e para consulta na tela do computador, mas extenso demais para ser apresentado aqui.

A partir do conjunto dos arquivos reduzidos, um software específico monta um novo arquivo ordenando os horários e permitindo a livre escolha de até dez parâmetros ajustados na série de Fourier, ou calculados a partir destes. A escolha destes parâmetros pode ser mudada de acordo com a necessidade que a análise exigir. Escolheu-se, inicialmente, a amplitude das seis primeiras harmônicas normalizadas em relação à amplitude da primeira (fundamental), e a fase da primeira harmônica (igualada a zero), como se todas as corridas tivessem começado no mesmo instante e com a mesma posição dos membros, e as fases das demais harmônicas (Anexo IV).

Com a escolha do modelo e a identificação dos parâmetros a serem ajustados, vamos discutir o tratamento estatístico dos dados experimentais.

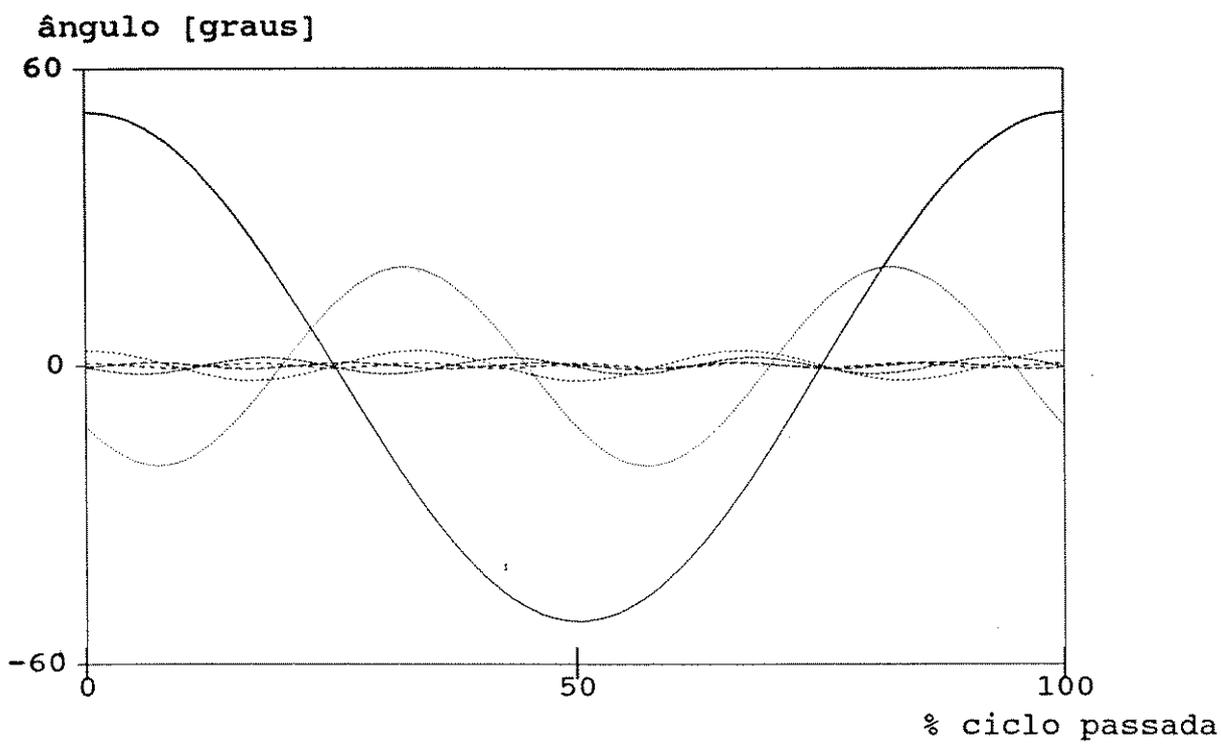


FIGURA 6

Gráfico com as seis harmônicas independentes da corrida LK15C

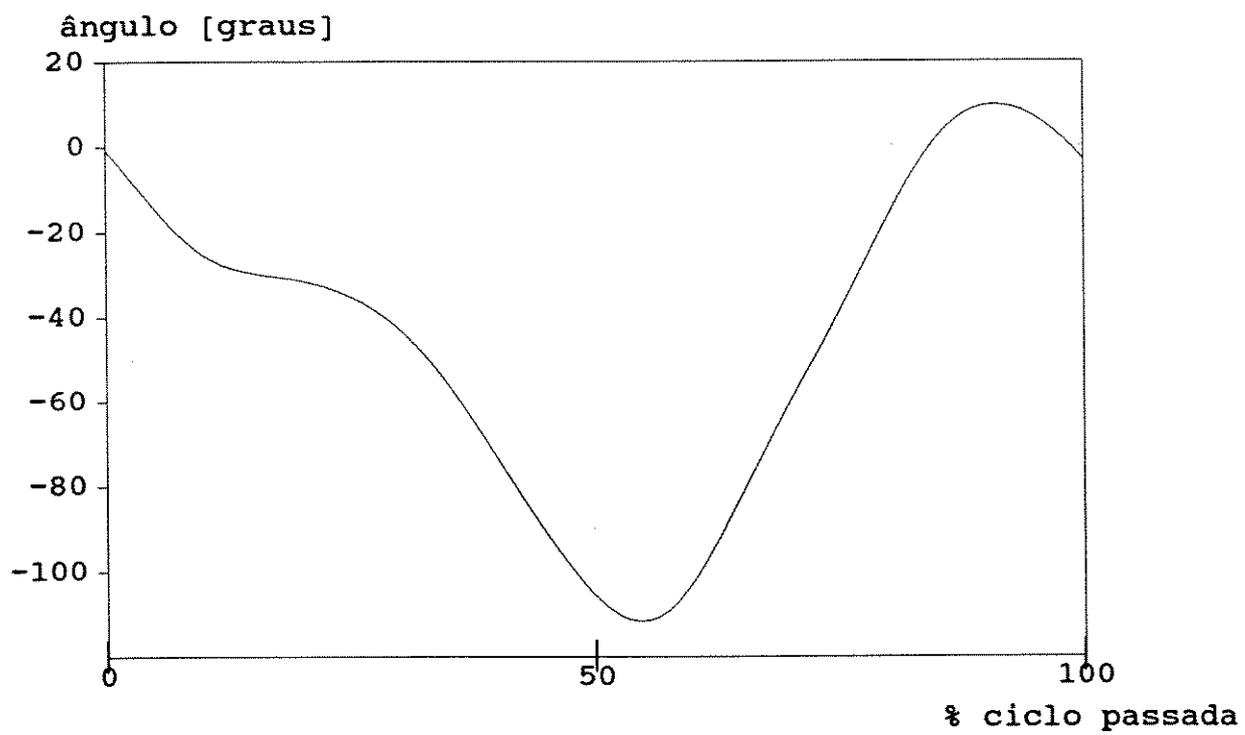


FIGURA 7

Gráfico final da curva ajustada para a corrida LK15C

2.6.2-TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Além do tratamento matemático descrito anteriormente, há um tratamento estatístico. Este procura caracterizar os erros associados ao procedimento operacional, pois toda operação de medição está sujeita a erros, tanto sistemáticos como aleatórios. Também é importante discutir quais critérios serão utilizados para determinar se o ajuste executado foi adequado.

Os erros sistemáticos devem ser minimizados tomando-se precauções específicas na escolha e na execução dos procedimentos a serem seguidos. Por sua vez, os erros aleatórios não podem ser calculados individualmente, mas devem ser avaliados indiretamente através de um conjunto de dados tratados por métodos estatísticos.

Nesta pesquisa, os erros aleatórios aparecem em diversas etapas do trabalho. A principal fonte a ser considerada é a incerteza do pesquisador no momento de medir a posição das articulações nas imagens projetadas na tela gráfica. Lembramos que o sujeito investigado não foi marcado. Também ocorre o erro pelo fato do modelo matemático elaborado ser definido como periódico, enquanto as corridas onde este modelo é aplicado ter uma movimentação dos membros não totalmente periódica. Um outro erro surge durante a conversão analógico-digital. É importante notar que estes três tipos de erros são indiscerníveis nos resultados da análise de cada corrida, embora o primeiro mostre uma característica ligada ao operador do computador, enquanto o segundo evidencia uma propriedade do modelo matemático que pode não ser adequado para a maneira de correr do sujeito analisado e o terceiro é uma limitação do equipamento.

Para o erro de medida do operador, nós consideramos que, na hora da medição, ele próprio é capaz de quantificar a sua incerteza. Para cada par de coordenadas registrado, o programa gera, na imagem da tela, um círculo centrado no ponto medido, cujo raio, controlado pelo operador, representará o erro máximo avaliado, que também é gravado no arquivo de resultados.

Assim, cada medida realizada recebe um peso individual que traduz a confiança relativa que os programas subsequentes levarão em conta na hora dos ajustes e análises. Se " Y_i " for a medida e " ΔY_i " o erro avaliado, então o peso relativo correspondente avaliado é $W_i=1/(\Delta Y_i)^2$. O grande volume de dados representando valores discretos que caracterizam as variáveis (angulação dos

segmentos e posição das articulações do joelho) em função do tempo para cada uma das vinte e seis corridas não é adequado para a análise. A opção de representar estes dados em termos de série de Fourier permite reduzir drasticamente o volume de dados a serem analisados, além de transformar estes dados discretos em função contínua do tempo. Seja " Y_i " o valor do dado medido em uma imagem no instante " t_i ", e $f(t_i)$ o valor da função contínua ajustada também no instante " t_i ". Pelo método dos quadrados mínimos, a melhor função ajustada é aquela que minimiza os quadrados dos desvios de todos os pontos experimentais " Y_i ", levando em conta o peso relativo de cada um. Em representação matemática, escreve-se que a seguinte função calculada deve ser mínima (com N = número de pontos medidos):

$$X^2 = \sum_{i=1}^N W_i \cdot [Y_i - f(t_i)]^2$$

Para poder comparar ajustes com diferentes número de pontos medidos e diferentes número de parâmetros ajustados divide-se o valor da função X^2 acima pelo número de graus de liberdade do sistema (GL), obtendo o valor que denominamos quadrado mínimo reduzido:

$$X_r^2 = X^2/GL$$

O número de graus de liberdade é o número de pontos medidos menos o número de parâmetros ajustados.

Uma vez ajustada a série de Fourier, pode-se observar o espalhamento dos pontos experimentais em torno desta função. Em outros termos, pode-se estudar o conjunto de resíduos $Y_i - f(t_i)$. O espalhamento dos pontos em relação à série de Fourier ajustada vai indicar a qualidade do ajuste efetuado. Quanto mais próximo de zero estiverem estes valores, mais adequado terá sido o ajuste. Calculamos, também, a média dos valores absolutos dos resíduos para comparar se este valor é compatível com a média dos erros estimados pelo operador na hora da medição.

Optamos por utilizar a série temporal como uma função determinística, considerando que a forma matemática escolhida define exatamente o conjunto de dados brutos (MORETTIN, 1979) e, portanto, representa adequadamente o fenômeno físico observado. Da mesma maneira, os valores das derivadas primeira e segunda também representam a velocidade e a aceleração, respectivamente.

Após a explicação sobre os métodos estatísticos utilizados neste estudo, passaremos a discutir como se dá o ajuste da função.

2.6.3-AJUSTE DE FUNÇÃO

O ajuste dos dados experimentais discretos por uma série de Fourier consiste na avaliação por quadrados mínimos dos coeficientes da somatória das funções seno e coseno, cuja combinação linear conduz a uma função contínua que representa o fenômeno.

Para realizar este ajuste, o programa desenvolvido exige que um conjunto destes coeficientes seja pré-definido a partir de valores iniciais. O programa procura, então, os novos valores dos parâmetros de modo que a curva convirja para os dados experimentais. Esta convergência é feita por quadrados mínimos, ou seja, minimizando a soma ponderada dos quadrados da diferença entre os valores medidos e a função ajustada, dividido pelo número de graus de liberdade do sistema, aplicado a cada ajuste. A este valor damos o nome de quadrado mínimo reduzido.

O programa permite que haja o ajuste mesmo que faltem alguns pontos experimentais em virtude da sobreposição de membros na imagem. Também permite o ajuste com qualquer número de pontos. Considera ainda, a estimação da incerteza individual na determinação de cada ponto experimental. Estas especificidades, muito úteis no nosso trabalho, não são encontradas em programas tradicionais como, por exemplo, o "Fast Fourier Transform" (FFT).

A escolha do número de harmônicas significativas a ser acrescida na série deve levar em conta que o ajuste não deve incluir ruídos. Chamamos de ruído todo sinal que não representa o fenômeno investigado. Para tanto, fazemos o ajuste variando o número de harmônicas utilizadas. Fazendo um gráfico com o valor do quadrado mínimo reduzido em função do número de harmônicas (figura 8), verificamos que há pouca diferença no valor do quadrado mínimo reduzido entre os ajustes com quatro, cinco e seis harmônicas. A partir da sétima harmônica, este valor torna a crescer, pois a melhora do ajuste não chega mais a compensar a diminuição do grau de liberdade do sistema. A variação máxima encontrada em todas as corridas entre os valores do quadrado mínimo reduzido para quatro e seis harmônicas foi de 7%. A figura 9 mostra duas curvas, uma

ajustada com quatro e a outra com seis harmônicas. Note que não há diferença significativa entre ambas. Então, para podermos comparar tanto as vinte e seis corridas entre si como com os dados fornecidos pela literatura (WINTER, 1979), decidimos padronizar todos os ajustes com seis harmônicas.

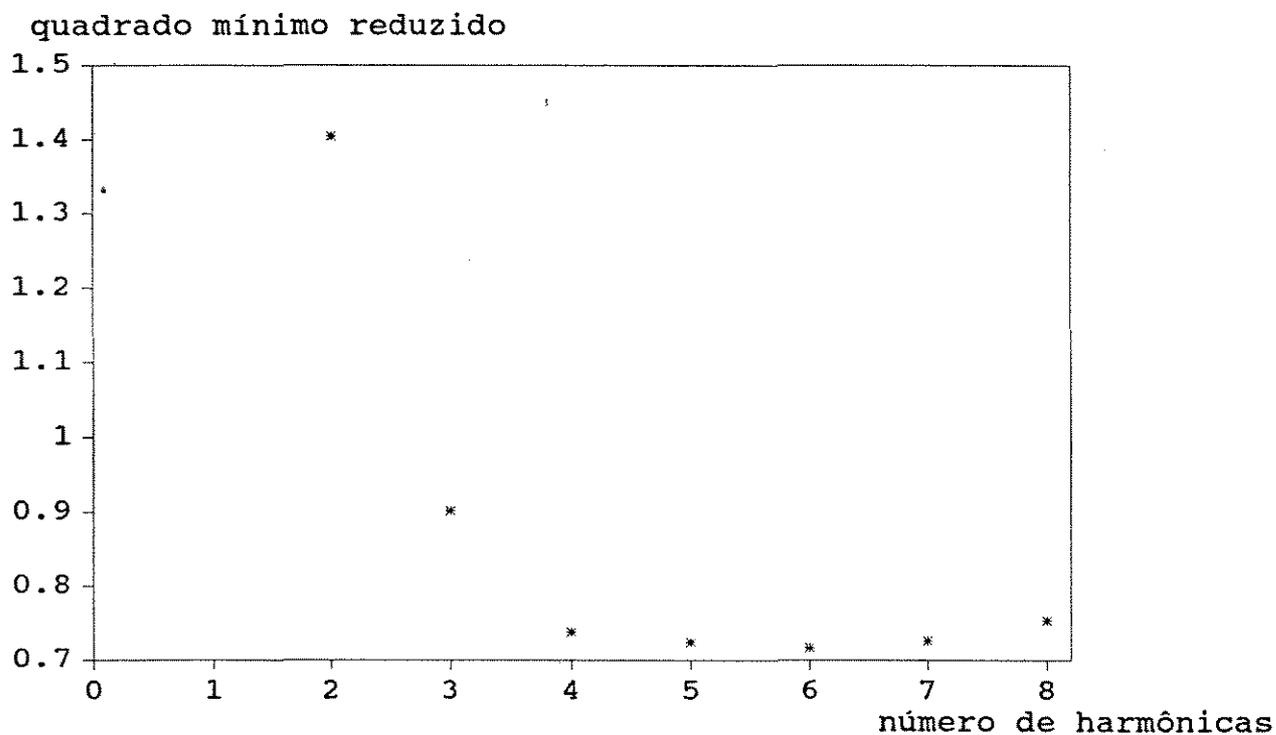


FIGURA 8

Gráfico do quadrado mínimo reduzido em função do núm. de harmônicas

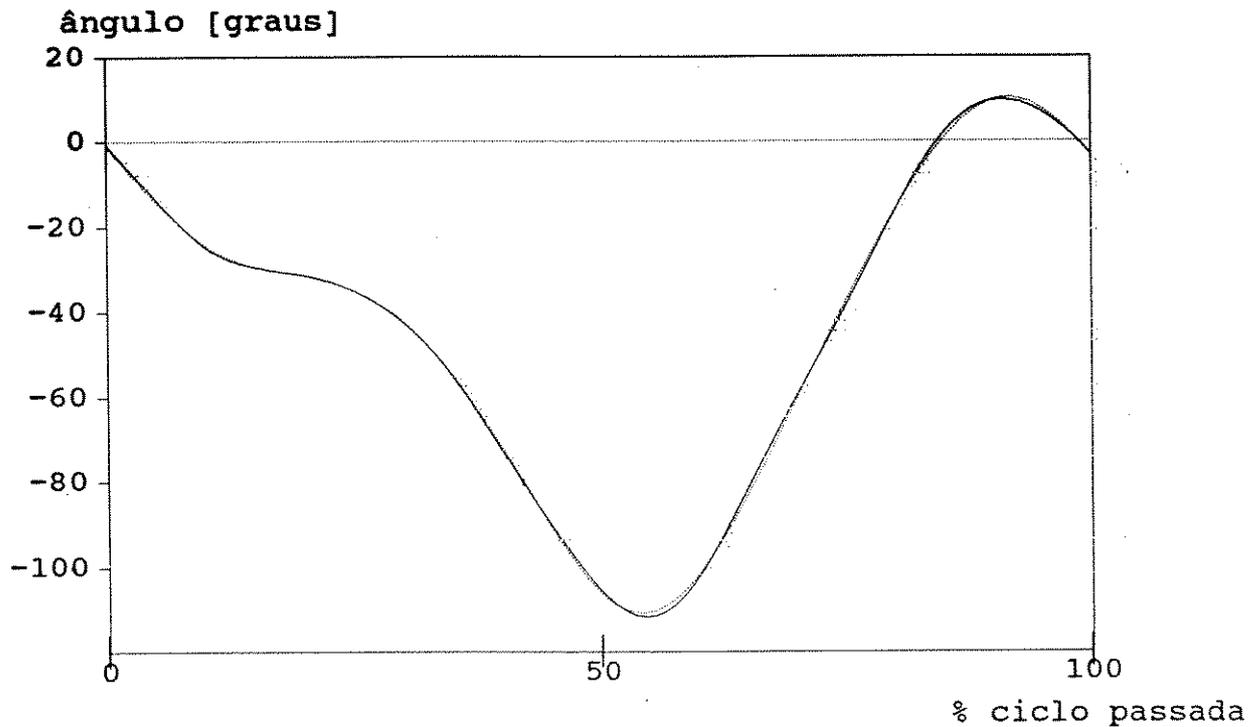


FIGURA 9

Gráficos sobrepostos de duas curvas ajustadas com quatro e seis harmônicas

Desta forma, temos a função que representa os dados de uma determinada corrida. Consideramos que esta função é a que melhor representa o conjunto dos pontos experimentais. A figura 10 mostra um exemplo de um "scatter plot" contendo as coordenadas cartesianas da posição angular do segmento (coxa ou perna, no nosso caso) em função do tempo. As unidades utilizadas são o tempo em segundos no eixo das abscissas e o ângulo em graus, quando for o caso das variáveis angulares, ou a posição (horizontal ou vertical) em metros, quando for a articulação do joelho, no eixo das ordenadas. Para cada ponto, a incerteza da medida está representada por uma barra vertical, cuja magnitude corresponde à faixa de incerteza a mais e a menos. As variáveis tempo, ângulo da perna esquerda e incerteza para uma determinada corrida estão listadas no Anexo II. A partir dos pontos medidos, ajusta-se uma função com seis harmônicas, conforme pode ser visto na figura 11.

A próxima etapa é determinar a qualidade do ajuste efetuado.

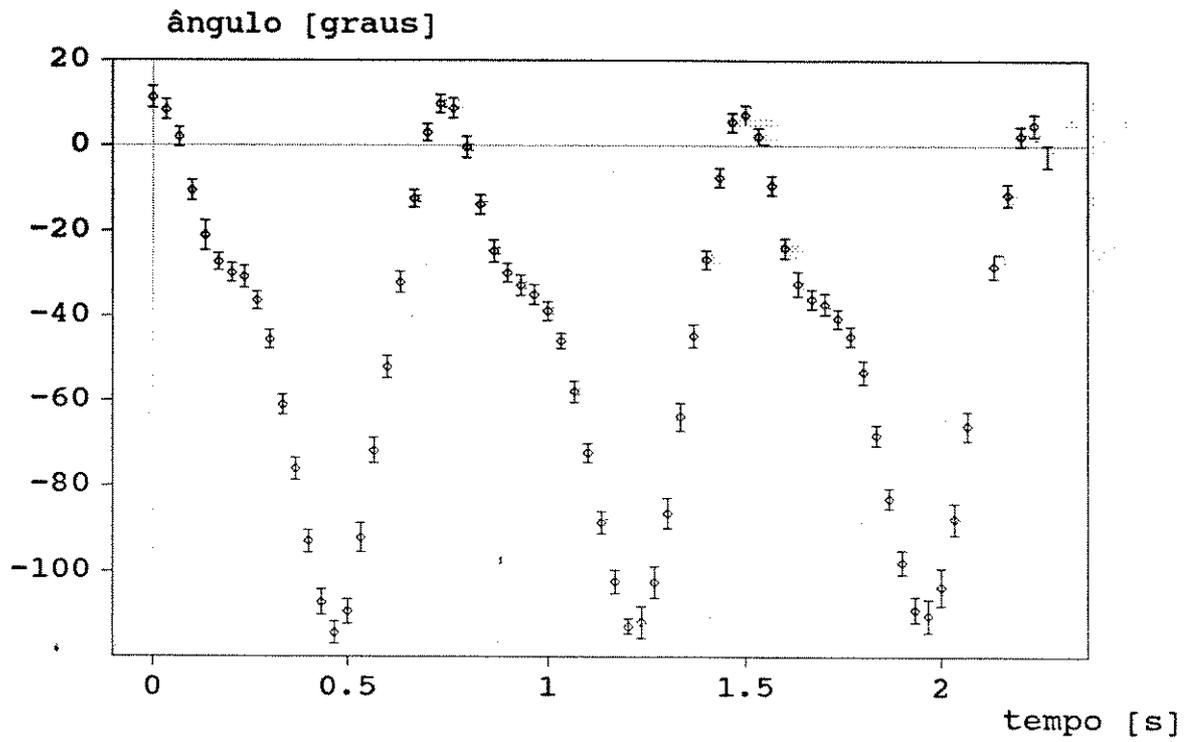


FIGURA 10

"Scatter Plot" de um conjunto de pontos experimentais

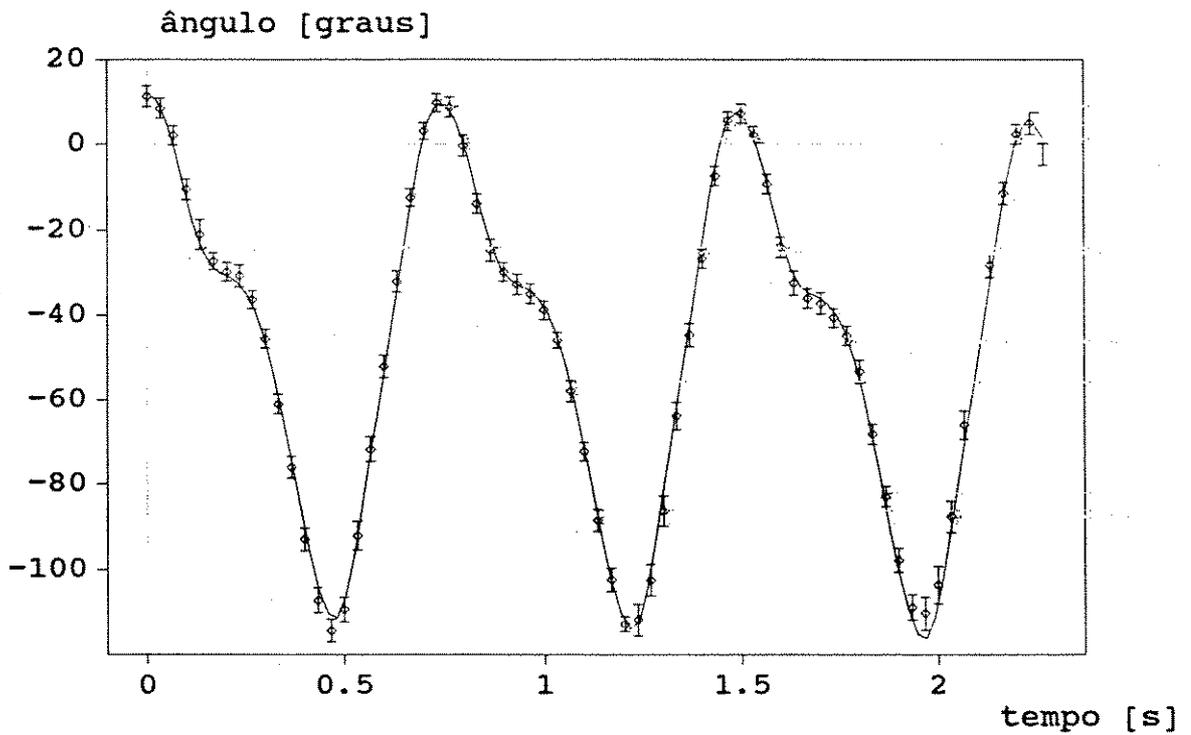


FIGURA 11

Gráfico da função ajustada com seis harmônicas sobre os pontos experimentais

2.6.4-QUALIDADE DO AJUSTE

A qualidade do ajuste é estimada pelo conjunto dos resíduos, para cada corrida. Resíduo é a diferença entre o ponto medido e a função ajustada para o instante correspondente, e quanto menor for o seu valor, mais adequado é o ajuste. Portanto, precisamos analisar o comportamento do conjunto dos resíduos ao longo do tempo em cada uma das corridas e verificar se este número está próximo do valor zero e se a média dos seus valores absolutos é compatível com a média dos erros estimados na medição.

Do exemplo mostrado anteriormente, pode-se observar o resíduo obtido em cada instante de tempo. A figura 12 mostra, de forma ampliada, o resíduo correspondente a um determinado instante de tempo.

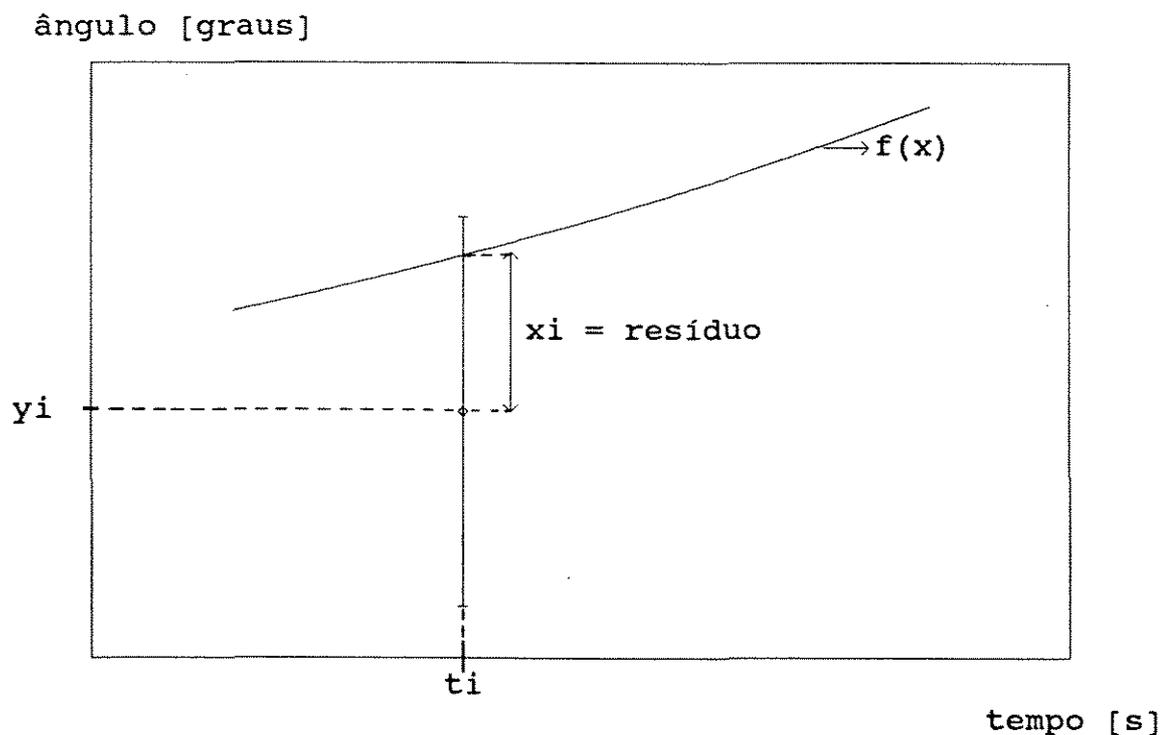


FIGURA 12
Gráfico destacando o resíduo para um determinado instante t_i

Podemos avaliar o conjunto de todos os resíduos distribuídos ao longo do eixo horizontal do tempo observando a figura 13. Podemos, também, representar a qualidade do ajuste construindo histogramas, para observar como os resíduos estão distribuídos. A figura 14 mostra um exemplo deste histograma para a mesma corrida.

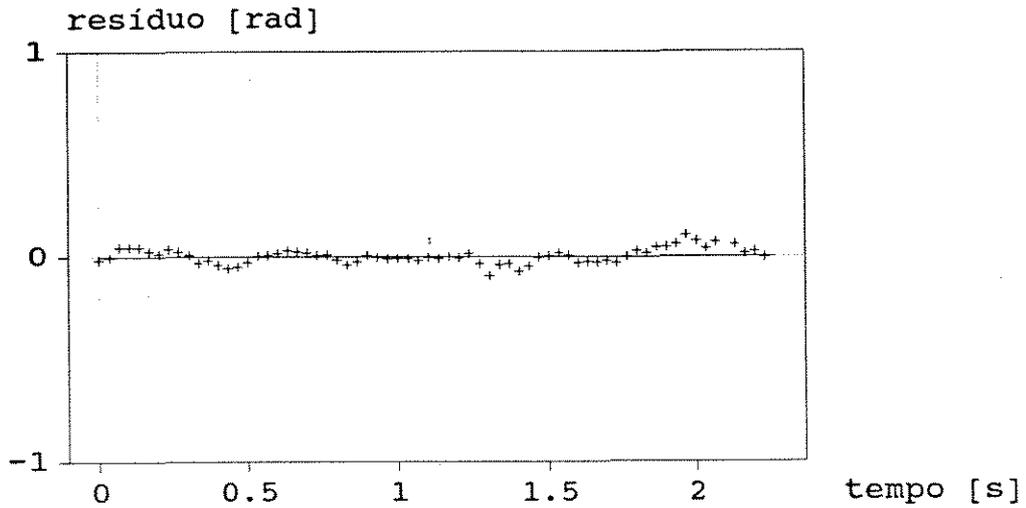


FIGURA 13

Gráfico do conjunto dos resíduos distribuídos ao longo do tempo

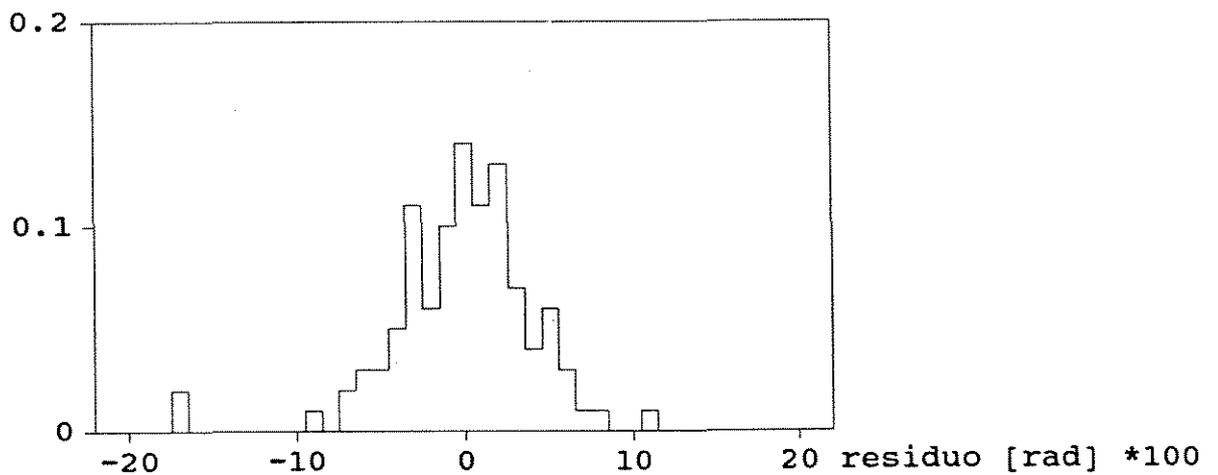


FIGURA 14

Histograma do conjunto de resíduos

O ajuste apresentou-se adequado, pois o conjunto dos resíduos está próximo do valor zero, conforme foi visto nas figuras 13 e 14. Isto significa que a curva ajustada está passando próxima de todos os pontos medidos. Calculando-se a média dos valores absolutos dos resíduos neste exemplo obtemos o valor de 1.55 graus. Comparamos este resultado com a média das incertezas das medidas dada pelo operador que é igual a 2.58 graus.

Até aqui, apenas descrevemos o conjunto de procedimentos realizados que resultam na metodologia proposta. A partir de agora, iremos mostrar alguns resultados obtidos neste estudo e que servem para ilustrar a metodologia desenvolvida, que foi explicada anteriormente.

3-RESULTADOS OBTIDOS

Após a aplicação da metodologia descrita acima nas vinte e seis corridas, apresentamos os resultados obtidos. Utilizaremos tanto a apresentação numérica como gráfica. A apresentação numérica facilita a comparação quantitativa entre as diversas corridas, enquanto a apresentação gráfica tem a vantagem de mostrar melhor os detalhes que caracterizam o fenômeno e sua evolução.

Como a quantidade de parâmetros que representam os resultados das vinte e seis corridas para cada um dos segmentos e articulações investigados é consideravelmente grande (mais de 3000 parâmetros), é impraticável apresentar, neste texto, toda esta quantidade de dados. Assim, optamos por utilizar como exemplo ilustrativo, sempre os dados angulares referentes à perna esquerda do corpo, de uma única corrida, para que o leitor possa acompanhar toda a sequência de procedimentos metodológicos do trabalho. A totalidade dos dados pode ser encontrada no Anexo III. Entretanto, os mesmos procedimentos ocorrem para as outras variáveis investigadas neste trabalho. Em alguns casos, complementaremos o quadro com exemplos de outras variáveis.

O conjunto de dados medidos representa, para cada corrida, uma amostragem do movimento real do sujeito. Após o ajuste, passamos a ter a posição angular do segmento para cada instante. A figura 15 mostra a curva ajustada, para um período referente a um ciclo completo da passada. Esta interpolação transformou os dados discretos obtidos na medição em função contínua do tempo. A partir daí, pode-se calcular o valor da função e de suas derivadas para qualquer instante, mesmo que não haja quadro registrado naquele momento.

Calculando-se a derivada primeira da função $f(t)$, obtem-se a velocidade angular do segmento investigado, cuja forma genérica é a seguinte:

$$\frac{df(t)}{dt} = \sum_{k=1}^{NH} [A_k \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t) \cdot (k \cdot \omega) - B_k \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) \cdot (k \cdot \omega)] + C$$

O gráfico desta função derivada, para a corrida LK15C, está na figura 16.

Derivando-se novamente, chegamos à forma genérica da aceleração angular, conforme pode ser visto a seguir:

$$\frac{d^2 F(t)}{dt^2} = \sum_{k=1}^{NH} [-A_k \cdot \sin(k \cdot \omega t) \cdot (k \cdot \omega)^2 - B_k \cdot \cos(k \cdot \omega t) \cdot (k \cdot \omega)^2]$$

O gráfico da aceleração angular da perna esquerda, também para a corrida LK15C, está impresso na figura 17.

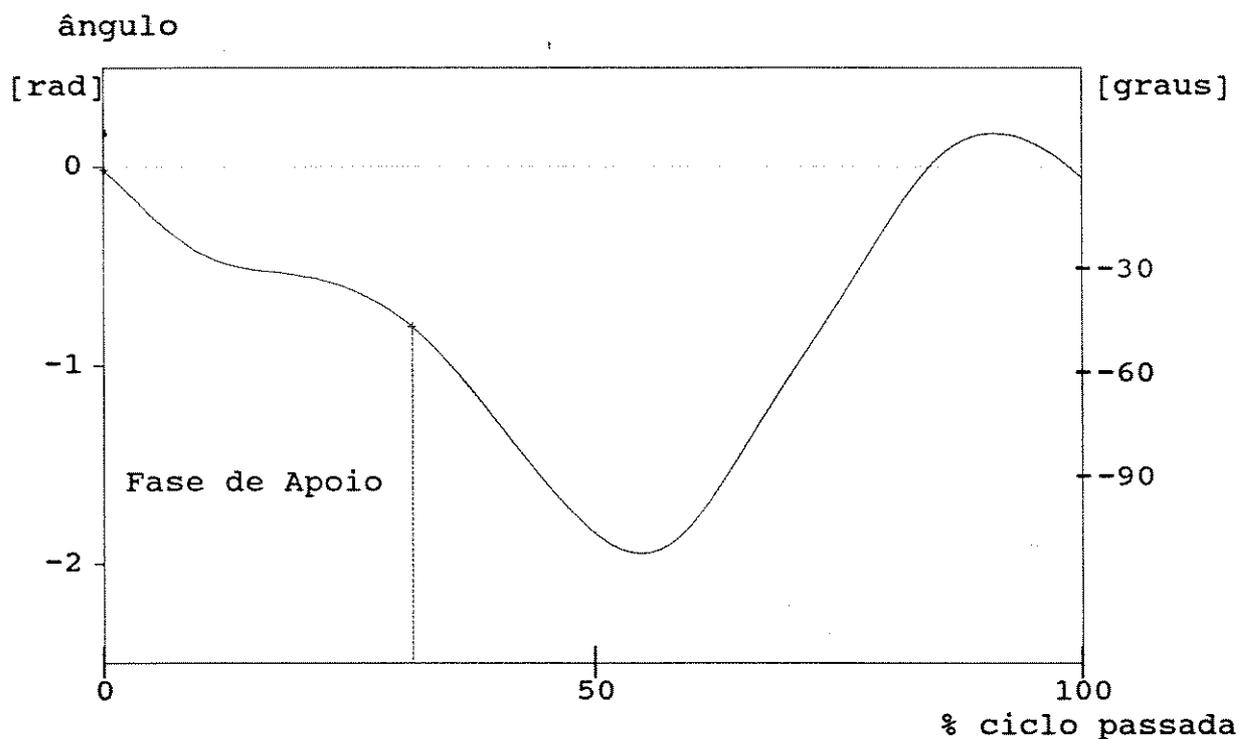


FIGURA 15

Gráfico da posição angular da perna em função do ciclo completo da passada

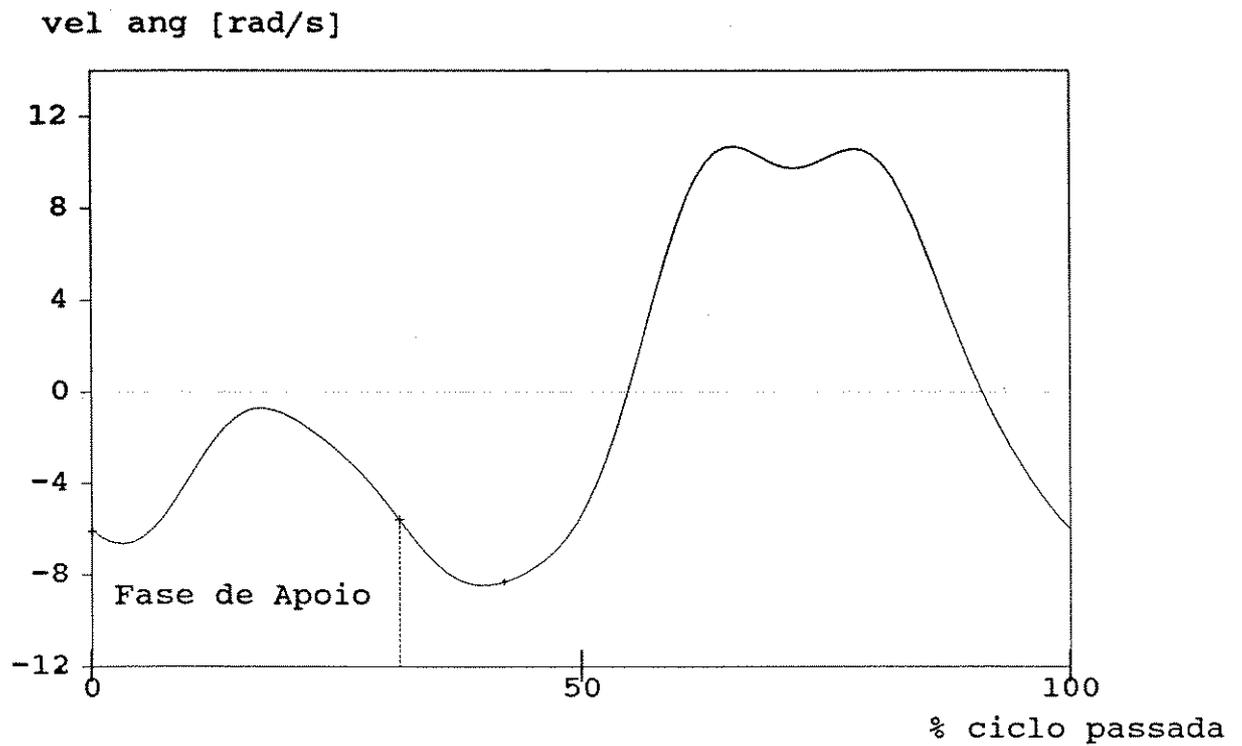


FIGURA 16

Gráfico da velocidade angular versus ciclo completo da passada (6 harmônicas)

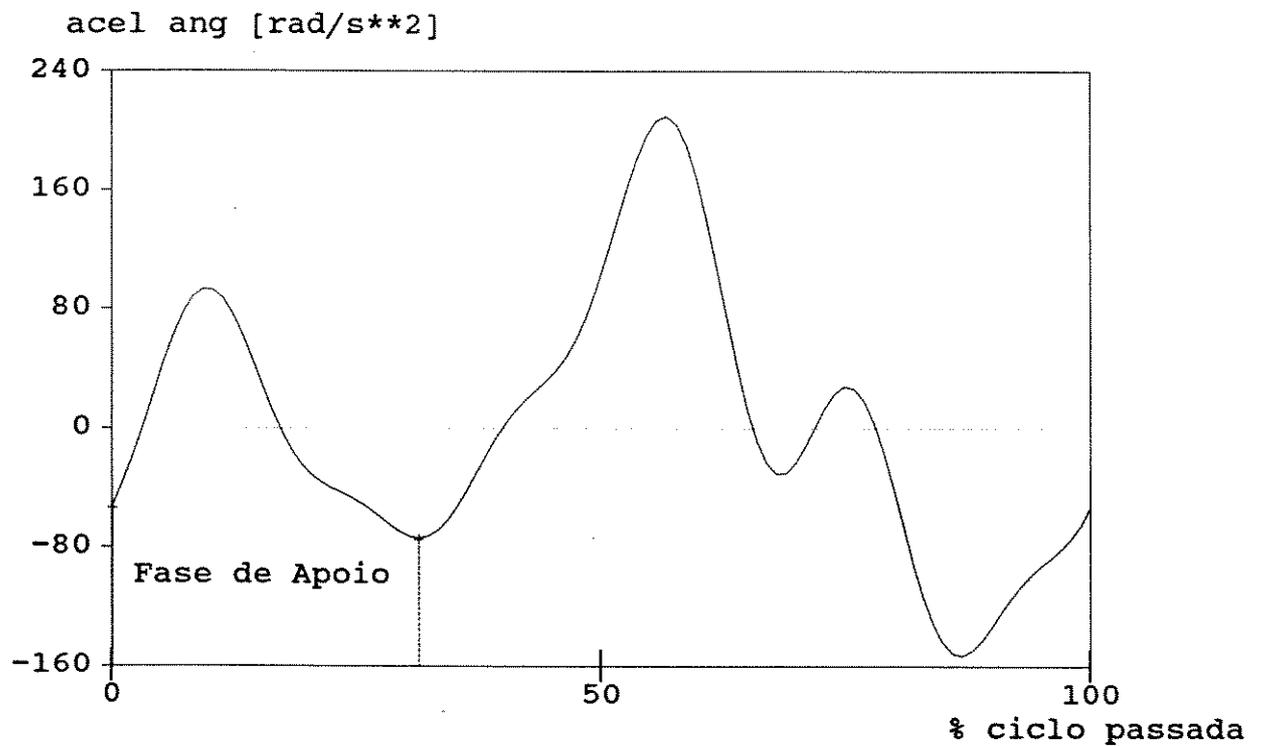


FIGURA 17

Gráfico da aceleração angular versus ciclo completo da passada (6 harmônicas)

Para compreender o que ocorre em cada fase do movimento e interpretar biomecanicamente o fenômeno, devemos lembrar que a figura 1 não revela todas as informações necessárias. Vamos, então, recorrer novamente à figura 2, que mostra os gráficos posição-tempo (I), velocidade-tempo (II) e aceleração-tempo (III), todos descritos para os dados angulares da perna esquerda durante a corrida LK15C. No intervalo entre os instantes correspondentes aos pontos A e B, aparece uma aceleração no sentido contrário ao movimento angular da perna, responsável por uma ação "frenadora". Ela inicia-se imediatamente após o contato do calcanhar com o solo e estende-se durante o período aproximado em que toda a sola do pé está apoiada no chão. Uma outra ação frenadora ocorre entre os instantes relativos aos pontos C e D. Neste caso, a perna está na fase de balanceio, próxima ao seu ponto de maior flexão. Convém notar que nem todos os pontos de interesse neste tipo de análise aparecem claramente no gráfico I. Por exemplo, os pontos relativos aos valores de pico no gráfico aceleração-tempo (III) são correspondentes aos pontos de inflexão no gráfico velocidade-tempo (II), mas não podem ser detectados somente analisando o gráfico posição-tempo (I). Portanto, é fundamental analisar sempre os três gráficos em conjunto para obter o máximo de informações, de maneira rápida e direta, a respeito do movimento estudado.

Com a obtenção das funções contínuas, é possível conseguir informações sobre o movimento. Se quisermos, por exemplo, comparar as vinte e seis corridas a fim de detectar detalhes em comum na movimentação angular dos membros inferiores durante a corrida, podemos sobrepor os gráficos posição-tempo com o cuidado de normalizar as amplitudes, as fases, as frequências e os valores médios de todas, pois o sujeito correu livremente, com ritmo próprio, e nunca exatamente igual de uma corrida para outra. A normalização é feita tornando todas as amplitudes das primeiras harmônicas iguais e dividindo as demais harmônicas pela fundamental original, mantendo, assim, as proporções entre as harmônicas que caracterizam cada corrida. Para as fases, supõe-se que todas as corridas tivessem começado a ser registradas no mesmo instante, fazendo a fase da primeira harmônica igual a zero e as fases das demais subtraindo o número da harmônica multiplicado pela fase da fundamental, o que corresponde a um deslocamento da escala do tempo sem afetar as características da corrida. Para as frequências, utiliza-se um ciclo completo da passada, como se todas as corridas tivessem sido realizadas com a mesma frequência, igualando,

ainda, todos os valores médios. Com estas normalizações, todas as corridas podem ser comparadas e as representações gráficas sobrepostas. Os gráficos sobrepostos apresentados aqui são referentes à posição angular de cada um dos segmentos analisados neste trabalho (perna e coxa, esquerda e direita) conforme figura 18.

Observando atentamente a figura 18, percebe-se que há duas curvas que não acompanham o conjunto. Após verificarmos quais eram estas corridas, constatamos que as mesmas tinham as suas imagens desfocadas em razão da falta de luz adequada no local durante a filmagem (corridas números 2 e 6, realizadas respectivamente às 17 e 18 horas). Para impedir que este problema continuasse ocorrendo, passamos a bloquear o nível de branco e a fixar o foco da filmadora. Esta flutuação casual do padrão do movimento pode ser também atribuída à variabilidade inerente do ser humano.

As sobreposições mostram que existe um padrão comum para cada um dos membros inferiores. Este padrão representa o movimento angular de perna e coxa para uma faixa de velocidade escalar do centro de massa, entre 2,9 e 4,2 m/s, que foi o espectro de velocidades escolhido espontaneamente pelo sujeito durante as filmagens.

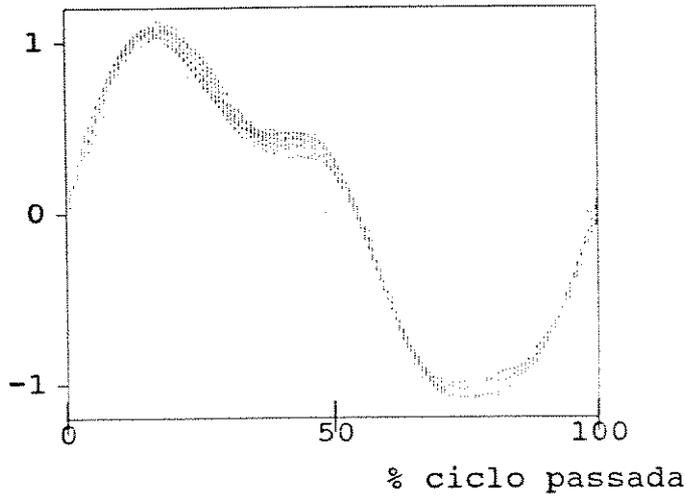
Estimamos, aqui, a velocidade do centro de massa do corredor a partir da velocidade horizontal da articulação do joelho. A posição horizontal do joelho apresenta um componente de movimento linear uniforme horizontal que corresponde ao movimento horizontal do centro de massa do sujeito. Podemos ver na figura 19 um exemplo da função ajustada para o joelho esquerdo na corrida LK15C.

A partir da velocidade escalar da articulação do tornozelo é possível determinar, com boa precisão, o instante de contato do pé com o solo, ou seja, o início da fase de apoio da corrida. Para tanto, consideramos que neste instante tanto a velocidade horizontal como a vertical do calcanhar são muito próximas a zero, não levando em conta o deslizamento e a compressão do calcanhar, que são muito pequenos (FOLEY, QUANBURY, STEINKE, 1979). Para encontrar o instante final da fase de apoio, é preciso determinar quando as velocidades escalares horizontais do calcanhar e da ponta do pé são iguais (FOLEY, QUANBURY, STEINKE, 1979). Desta forma, pode-se inferir as fases principais da corrida (fase de apoio e fase de voo). Neste trabalho, a determinação é feita de forma visual, através da observação das imagens.

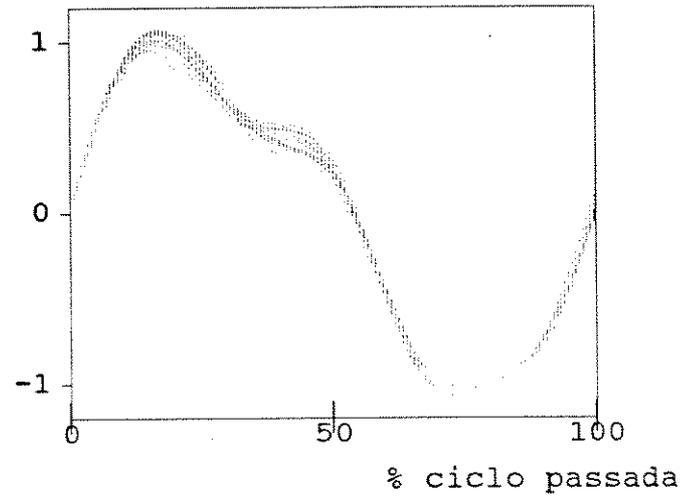
COXA ESQUERDA - 26 CORRIDAS

COXA DIREITA - 26 CORRIDAS

ângulo [rad]



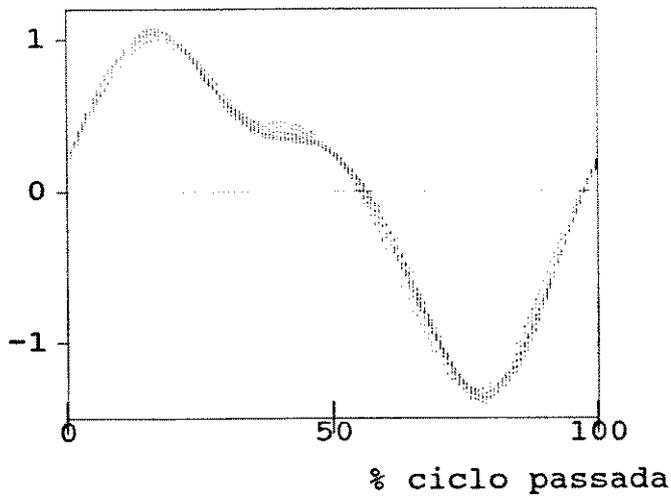
ângulo [rad]



PERNA ESQUERDA - 26 CORRIDAS

PERNA DIREITA - 26 CORRIDAS

ângulo [rad]



ângulo [rad]

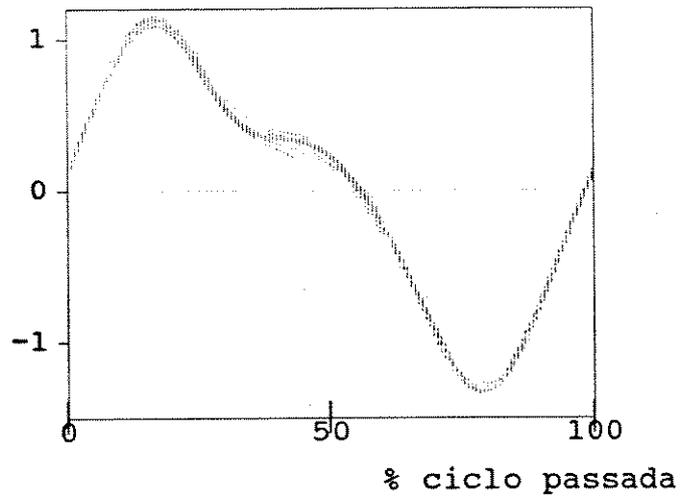


FIGURA 18

Gráficos sobrepostos das 26 corridas realizadas

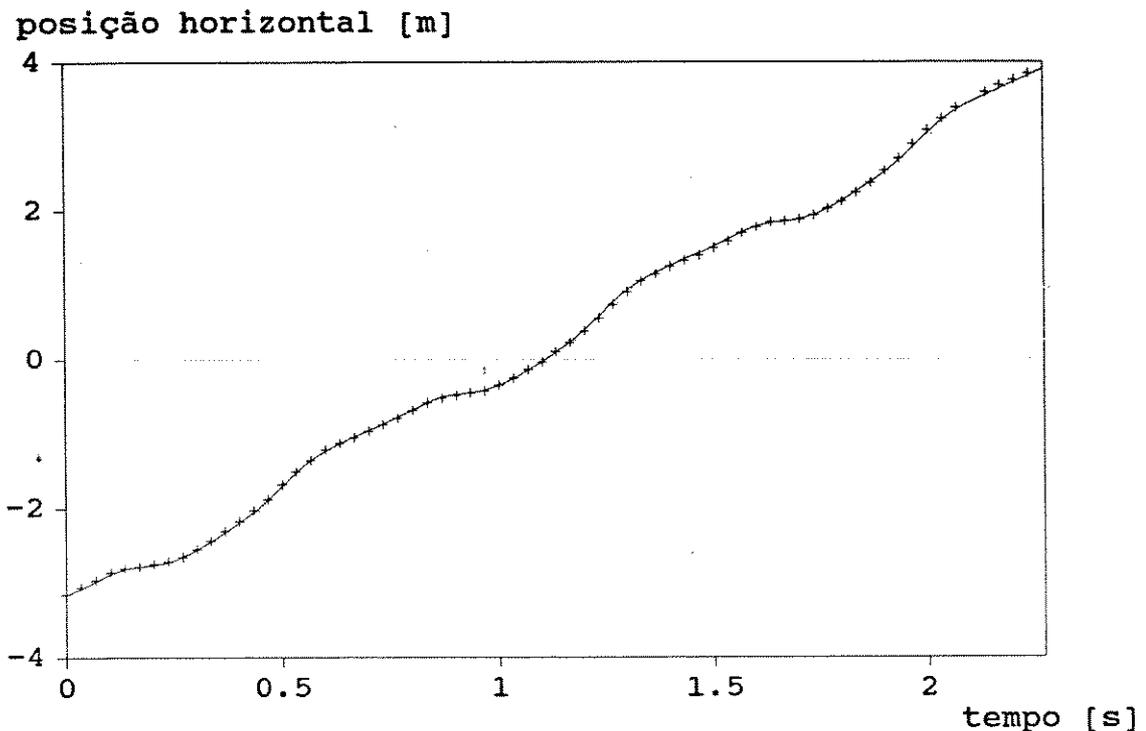


FIGURA 19

Gráfico da posição horizontal do joelho em função do tempo

Um outro modo de representar o padrão do movimento angular analisado é fazer o diagrama ângulo-ângulo. Este gráfico mostra a variação angular do segmento em função da variação angular da articulação adjacente. Para o caso dos membros inferiores, o ângulo da articulação do joelho, por exemplo, é igual ao valor do ângulo da coxa menos o valor do ângulo da perna. No modelo aqui utilizado, o ângulo do joelho é igual a zero quando o sujeito encontra-se na posição ortostática. Podemos ver na figura 20 o exemplo de um gráfico com a posição angular do joelho e da coxa esquerda em função do tempo. Fazendo, então, o gráfico do ângulo do joelho em função do ângulo da coxa, teremos um padrão mais sensível, pois estas duas variáveis são interrelacionadas. Na figura 21 podemos ver o espectro desta representação do movimento angular para o segmento esquerdo.

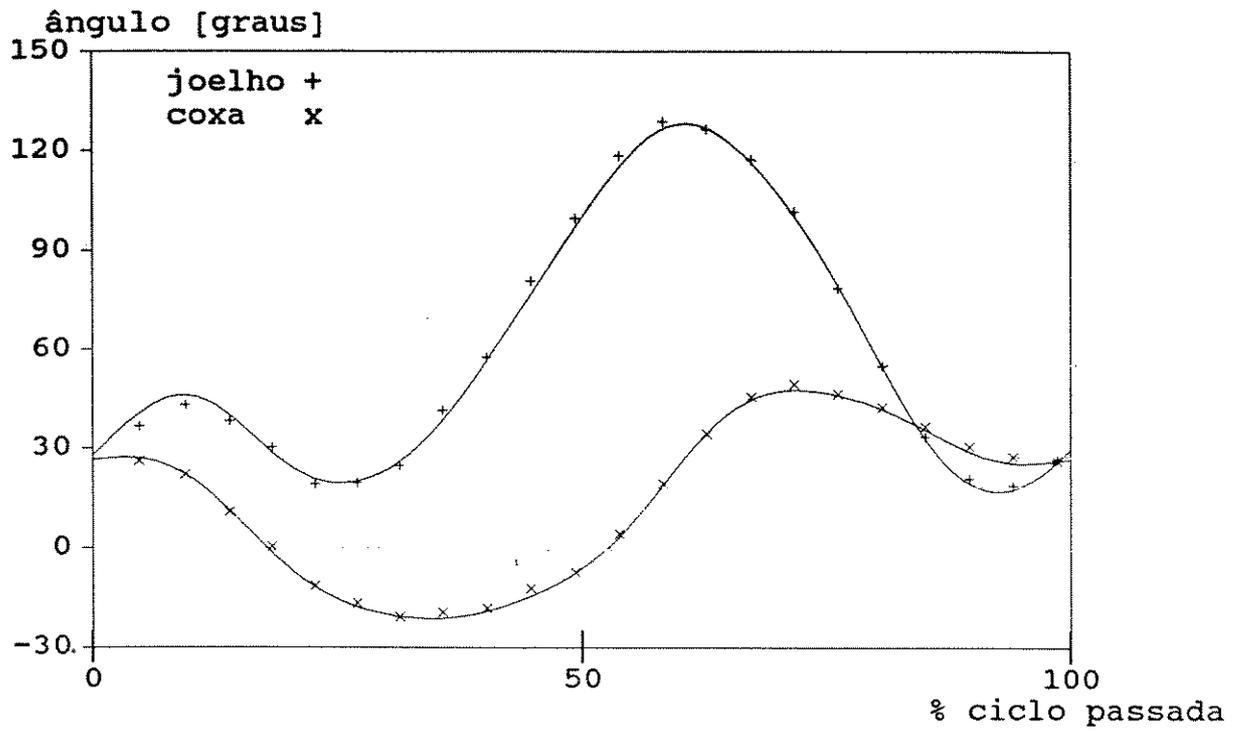


FIGURA 20

Gráfico da posição do joelho e da coxa em função do tempo

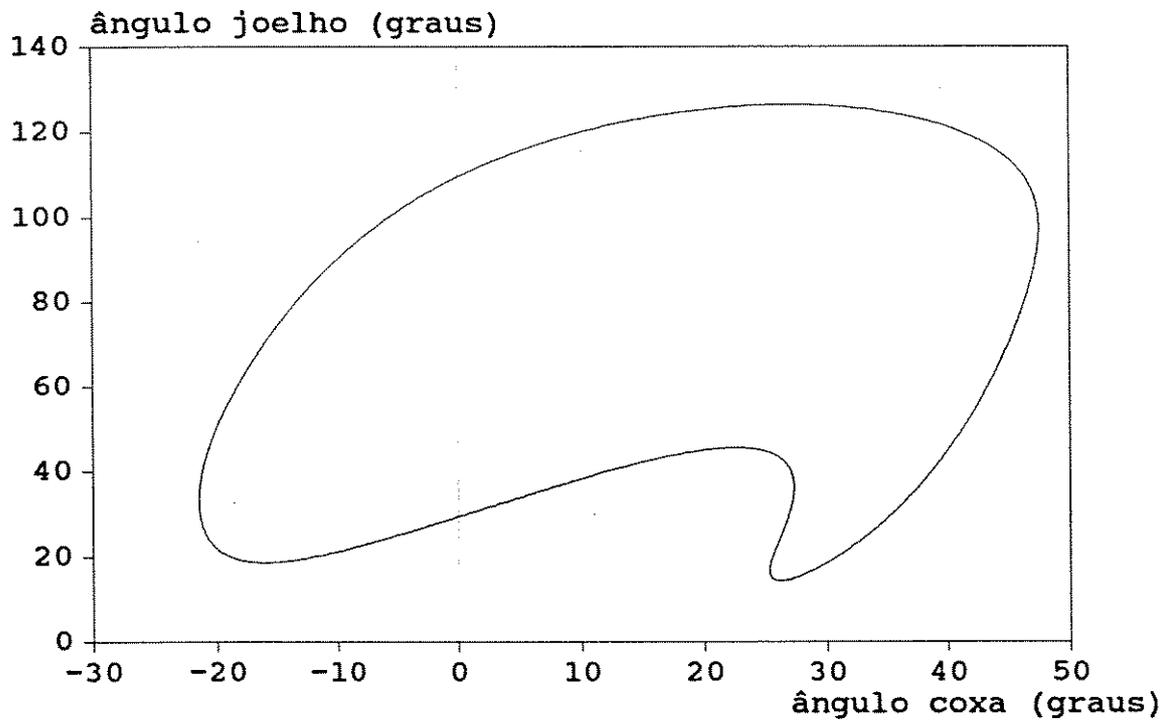


FIGURA 21

Diagrama ângulo-ângulo (joelho x coxa)

Todas as corridas realizadas apresentaram um espectro semelhante ao da figura 21. Neste exemplo, a velocidade do centro de massa do sujeito foi de 3.1 m/s. Com a variação da velocidade, há uma alteração na forma desta representação. (CAVANAGH, GRIEVE, 1973; ENOKA, 1988; CAVANAGH, 1990).

Sendo o ritmo uma relação temporal, podemos defini-lo como o período entre dois toques consecutivos do mesmo pé com o solo. Como o programa de ajuste fornece o valor da frequência angular do segmento, e o período é o inverso da frequência, então podemos determinar o ritmo escolhido pelo sujeito para executar a corrida. Note que temos o valor da frequência angular e não da frequência da passada. Entretanto, sabendo qual é o tempo gasto pela perna para completar o ciclo, temos o período gasto para executar uma passada. Além disto, é preciso transformar a unidade da frequência para Hertz, para termos o período em segundos. O quadro 2 mostra uma tabela contendo os períodos de todas as corridas realizadas.

Estes resultados apresentados aqui representam as informações referentes ao corpo humano em movimento. No próximo capítulo discutiremos as conclusões que podemos tirar deste trabalho.



Nº Corrida Período Passada [s]

01.....	0.710
02.....	0.667
03.....	0.724
04.....	0.663
05.....	0.595
06.....	0.614
07.....	0.703
08.....	0.699
09.....	0.727
10.....	0.712
11.....	0.628
12.....	0.641
13.....	0.686
14.....	0.729
15.....	0.695
16.....	0.710
17.....	0.732
18.....	0.748
19.....	0.730
20.....	0.729
21.....	0.719
22.....	0.744
23.....	0.738
24.....	0.765
25.....	0.731
26.....	0.743

QUADRO 2

Tabela com os períodos referentes a todas as corridas realizadas

4-CONCLUSÕES

Após apresentarmos a metodologia proposta e mostrarmos alguns resultados obtidos, podemos concluir que a sensibilidade do método é muito boa, capaz de detectar e quantificar detalhes da cinemática do movimento humano, conforme o objetivo do trabalho. Pudemos constatar esta sensibilidade, por exemplo, observando visualmente que todas as funções ajustadas são adequadas aos pontos medidos, confirmado pelos resíduos. Pudemos, também, detectar um padrão comum em todas as corridas, com excessão das duas corridas que não acompanhavam o conjunto de curvas sobrepostas em virtude das imagens apresentarem-se desfocadas. Também pudemos apresentar o ritmo com que o sujeito realizou as corridas.

A análise bidimensional apresentada não impede que esta metodologia seja aplicada com análise tridimensional, com a utilização de pelo menos mais uma câmera. Entretanto, a aproximação da movimentação dos membros inferiores durante a corrida como bidimensional e periódica mostrou-se apropriada, o que garante a sua utilização desta forma. Porém, para outros segmentos corporais, poderá ser preciso analisar o movimento em três dimensões para não se perder informações importantes.

O fato de não marcarmos o sujeito, e sim fazermos as medições utilizando pontos marcados na imagem na tela do computador, representa uma vantagem fundamental em relação a outros métodos. Isto garante uma movimentação mais livre e espontânea do sujeito, e mesmo assim, permitindo no futuro, a análise automatizada por computador destas e de outras variáveis. Além do mais, a não marcação do sujeito permite utilizar este método para análise de atividades práticas, ou seja, captar imagens de sujeitos durante a realização de um evento, por exemplo.

A escolha da Série de Fourier para ajustar uma função aos pontos experimentais foi oportuna pois gerou uma curva contínua com derivadas também contínuas e confirmou a nossa hipótese de periodicidade do movimento. Além disto, o programa de ajuste funciona mesmo que faltem alguns pontos experimentais e leva em conta, ainda, a incerteza do pesquisador avaliada na hora da medição.

Outra conclusão importante é que este método é capaz de reduzir drasticamente a quantidade enorme de dados a apenas alguns parâmetros que representam satisfatoriamente o movimento executado.

Assim, obtemos os dados cinemáticos que indicam o que ocorre com o movimento do sujeito. Com aproximadamente dois segundos de movimento filmado por corrida, conseguimos muitas informações quantitativas detalhando o que ocorre no fenômeno real. Podemos utilizar estas informações no ensino da Biomecânica, através da explicação dos conceitos pelo acompanhamento da sistemática metodológica, e na prática diária da Educação Física, pela interpretação da evolução das variáveis acompanhadas.

Podemos, ainda, indicar o caminho para entrarmos no estudo da Dinâmica do movimento, pela aplicação do formalismo Lagrangiano, ou outros, usando os dados cinemáticos como os exemplificados neste trabalho.

Por fim, gostaríamos de salientar que este trabalho deve ser visto como um ponto de partida de uma série de pesquisas capaz de complementar o assunto em questão. Os caminhos a serem seguidos por esta linha de pesquisa são inúmeros, pois o corpo em movimento é um tema inesgotável.

4-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEVINGTON, P.R. Data reduction and error analysis for the physical sciences. Newyork: McGraw-Hill, 1985, 335 p.
- BRENZIKOFER, R. et al. Digitalização e processamento de imagens aplicados ao estudo de movimentos do corpo humano. In: XII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Caxambu, 1989.
- BRENZIKOFER, R. Método semi-automático de análise do movimento do corpo humano. In: II Simpósio Paulista de Educação Física, Rio Claro, 1989.
- BRENZIKOFER, R. et al. Reconstrução do movimento humano em três dimensões e suas aplicações. In: XIII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, Caxambu, 1990.
- BRENZIKOFER, R. Instrumentação para uma biomecânica de corpo inteiro. In: III Congresso Nacional de Biomecânica, Juiz de Fora, 1991.
- BRENZIKOFER, R. O formalismo de Lagrange, um exemplo de aplicação. In: IV Congresso Brasileiro de Biomecânica, São Paulo, 1992.
- BROWN, J.M.M., PARKER, A.W. Comparison of gait in five-to-seven-year-old children. Journal of human movement studies, Edinburgh, n.22, p.101-115, 1992.
- CAVANAGH, P.R., GRIEVE, D.W. The graphical display of angular movement of the body. British Journal of Sports Medicine, London, v.7, p.129-133, 1973.
- CAVANAGH, P.R. Biomechanics of distance running. Champaign: Human Kinetics Books, 1990, 362 p.
- ENOKA, R.M. Neuromechanical basis of kinesiology. Champaign: Human Kinetics Books, 1988, 336 p.
- FOLEY, C.D., QUANBURY, A.O., STEINKE, T. Kinematics of normal child locomotion - a statistical study based on TV data. Journal of Biomechanics, New York, v.12, n.1, p.1-8, 1979.
- GUYTON, A.C. Tratado de fisiologia médica. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986, 926 p.
- LE BOULCH, J. O desenvolvimento psicomotor: do nascimento aos 6 anos 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1984, 220 p.

- LUCIE, P. Física básica - Mecânica 1. Rio de Janeiro: Campus, 1979, 685 p.
- MACHADO, A. Neuroanatomia funcional. Rio de Janeiro-São Paulo: Ateneu, 1988, 292 p.
- MEINEL, K. Motricidade: teoria da motricidade esportiva sob o aspecto pedagógico. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1984, 257 p.
- MORETTIN, P.A. Análise harmônica de processos estocásticos. Rio de Janeiro: Impa, 1979, 176 p.
- MUÑOZ, M.E.S., BREZIKOFER, R. Obtenção das coordenadas de articulações humanas em imagens digitalizadas. In: 1ª Mostra de Trabalhos da Unicamp em Computação de Imagens. Campinas, 1992.
- RESNICK, R. HALLIDAY, D. Física 1. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1983, 348p.
- SMOLL, L., SCHUTZ, W. Accuracy of rhythmic motor behavior in response to preferred and nonpreferred tempos. Journal of human movement studies, Edinburgh, n.8, p.123-138, 1982.
- STEGEMANN, J. Fisiologia do esforço. 2.ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1979, 401 p.
- SYMON, K.R. Mecânica. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1982, 685p.
- WINTER, D.A., SIDWALL, H.G., HOBSON, D.A. Measurement and reduction of noise in kinematics of locomotion. Journal of Biomechanics, New York, v.7, p.157-159, 1974.
- WINTER, D.A. Biomechanics of human movement. New York: John Wiley and Sons, 1979, 202p.



ANEXO I QUESTIONÁRIO

FILMAGEM NÚMERO:

HORÁRIO:

DATA: / /

NOME:

IDADE:

Horário da última alimentação:

Descrever se ingeriu alimentos diferentes do que está acostumado:

Horário em que foi dormir na noite anterior:

Horário em que acordou:

Anotar se houve alguma alteração durante o sono:

Descrever o tipo, horário e duração das atividades físicas que tenha praticado no mesmo dia:

Descrever como se encontra motivado para a filmagem:

Anotar possíveis alterações no estado de saúde geral:

Observações gerais:



ANEXO II

ARQUIVO COM OS RESULTADOS DE UMA CORRIDA

LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS

22, 8.39, 15.0

30. 68

3 1 15

5 19 34

9 35 49

11 9 22

0 0 0

x j e = coord. horiz. joelho esquerdo

y j e = coord. vert. joelho esquerdo

a p e = ângulo perna esquerda

i p e = incerteza perna esquerda

a c e = ângulo coxa esquerda

i c e = incerteza coxa esquerda

n	tempo [s]	x j e [m]	y j e [m]	a p e [graus]	i p e [graus]	a c e [graus]	i c e [graus]
1	0.033	-5.291	0.524	9.025	2.498	19.654	3.303
2	0.067	-5.133	0.489	6.725	2.322	19.569	2.833
3	0.100	-4.976	0.470	1.577	2.273	20.220	2.991
4	0.133	-4.806	0.457	-8.504	2.390	21.482	3.375
5	0.167	-4.716	0.424	-17.213	3.473	17.967	3.537
6	0.200	-4.673	0.419	-22.512	1.988	8.768	2.200
7	0.233	-4.615	0.428	-24.732	2.147	0.278	2.772
8	0.267	-4.559	0.467	-25.628	2.626	-9.343	3.035
9	0.300	-4.447	0.495	-30.688	2.067	-13.734	2.746
10	0.333	-4.272	0.501	-39.502	2.202	-17.075	2.924
11	0.367	-4.088	0.498	-55.598	2.366	-15.943	3.052
12	0.400	-3.876	0.486	-72.993	2.580	-15.130	2.662
13	0.433	-3.654	0.472	-93.635	2.622	-9.998	2.799
14	0.467	-3.412	0.426	-110.804	2.933	-6.153	2.338
15	0.500	-3.152	0.405	-118.921	2.621	3.375	2.620
16	0.533	-2.819	0.400	-113.190	2.909	16.201	3.143
17	0.567	-2.536	0.470	-92.579	3.403	29.404	3.264
18	0.600	-2.277	0.535	-68.184	2.913	40.189	3.609
19	0.633	-2.044	0.580	-46.699	2.648	44.129	2.865
20	0.667	-1.898	0.584	-27.459	2.502	41.105	3.371
21	0.700	-1.755	0.586	-10.358	1.974	37.266	3.058
22	0.733	-1.618	0.547	2.533	1.987	31.614	2.353
23	0.767	-1.470	0.510	8.067	2.103	26.216	2.894
24	0.800	-1.322	0.491	7.251	2.328	23.417	3.136
25	0.833	-1.151	0.459	-0.306	2.520	22.315	3.109
26	0.867	-0.976	0.452	-11.646	2.253	24.270	2.807
27	0.900	-0.868	0.433	-21.000	2.618	20.426	2.901
28	0.933	-0.808	0.433	-25.522	2.161	11.456	2.180
29	0.967	-0.756	0.452	-28.242	2.428	2.127	2.595
30	1.000	-0.708	0.461	-30.233	2.362	-8.193	2.872



31	1.033	-0.588	0.508	-33.844	2.190	-13.343	2.688
32	1.067	-0.427	0.520	-40.702	1.863	-15.854	2.690
33	1.100	-0.237	0.529	-53.061	2.547	-17.197	2.784
34	1.133	-0.057	0.520	-69.009	2.153	-18.059	2.874
35	1.167	0.170	0.507	-88.256	2.517	-13.595	2.526
36	1.200	0.385	0.457	-104.871	2.668	-9.421	2.832
37	1.233	0.634	0.426	-116.849	1.727	-1.860	2.648
38	1.267	0.935	0.408	-115.767	3.681	10.259	3.524
39	1.300	1.231	0.440	-105.012	3.731	23.889	3.196
40	1.333	1.529	0.498	-85.661	3.563	36.301	3.013
41	1.367	1.771	0.574	-59.308	3.235	41.837	3.887
42	1.400	1.942	0.603	-39.272	2.732	40.447	2.729
43	1.433	2.108	0.605	-22.649	2.177	37.208	3.144
44	1.467	2.234	0.587	-6.171	2.221	32.010	3.325
45	1.500	2.365	0.596	4.473	2.257	24.395	2.937
46	1.533	2.527	0.520	5.929	2.247	22.402	2.744
47	1.567	2.672	0.504	1.790	1.887	21.429	3.717
48	1.600	2.866	0.476	-7.680	2.257	23.899	2.853
49	1.633	3.005	0.445	-20.099	2.321	23.074	3.088
50	1.667	3.115	0.445	-27.570	2.858	18.125	3.368
51	1.700	3.137	0.430	-30.859	2.259	7.364	2.258
52	1.733	3.175	0.443	-31.908	2.454	-5.613	3.041
53	1.767	3.279	0.475	-35.113	2.155	-12.494	3.116
54	1.800	3.416	0.513	-39.076	2.221	-15.985	3.413
55	1.833	3.587	0.529	-47.545	2.694	-18.580	2.689
56	1.867	3.786	0.520	-63.797	2.435	-17.707	2.817
57	1.900	4.000	0.491	-81.276	2.296	-14.593	2.624
58	1.933	4.273	0.459	-99.733	2.807	-10.304	2.941
59	1.967	4.559	0.424	-113.047	2.968	-3.102	2.792
60	2.000	4.896	0.412	-114.916	3.846	9.691	3.306
61	2.033	5.193	0.445	-107.060	4.367	21.854	3.048
62	2.067	5.460	0.496	-87.104	3.748	33.663	3.637
63	2.100	5.700	0.562	-60.477	3.408	40.161	3.655
65	2.167	6.059	0.617	-22.855	2.781	38.620	3.595
66	2.200	6.209	0.595	-9.043	2.565	34.743	3.170
67	2.233	6.336	0.579	1.795	2.277	27.401	3.195
68	2.267	6.482	0.560	3.785	2.598	23.432	2.714
69	2.300	6.632	0.516	-1.843	2.532	21.544	3.399



ANEXO III
ARQUIVO REDUZIDO DE SAÍDA DE DADOS

Apresentamos aqui o resumo final da análise de cada uma das vinte e seis corridas. Inicialmente, mostramos o que representa cada um dos dados contidos em um arquivo reduzido de saída de dados, acompanhado do exemplo para uma corrida. Em seguida, apresentamos todos os arquivos reduzidos referentes à anulação dos quatro segmentos e as coordenadas das articulações analisados.

NÚMERO DA CORRIDA SEGMENTO ANALISADO

TÍTULO (c/ nº corr., data, hora, equipamento, FL, nº pontos)

NÚMERO HARM VALOR QUADR MÍN HORÁRIO GRAUS LIBERDADE

VALOR MEDIO COEF ANGULAR FREQ ANGULAR

AMPL 1^a H AMPL 2^a H AMPL 3^a H AMPL 4^a H AMPL 5^a H AMPL 6^a H
(graus) (graus) (graus) (graus) (graus) (graus)

FASE 1^a H FASE 2^a H FASE 3^a H FASE 4^a H FASE 5^a H FASE 6^a H
(graus) (graus) (graus) (graus) (graus) (graus)

Exemplo da corrida que usamos como exemplo ao longo do texto:

22 PERNA ESQUERDA

LK15C. CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS

6 0.62245 15.00 54

-0.73946 -0.05023 8.44068

51.27702 20.09391 2.98535 1.66345 0.62652 0.57159

57.19810 -27.07659 -9.54021 59.90533 -8.35484 68.69802



1 PERNA ESQUERDA
LA16A, CORRIDA NUM.01, 19/09/90, 16HS, SUN, FL=9.13, 55 PTOS
6 2.14442 16.50 41
-1.03329 0.01433 8.84786
65.06793 16.74846 3.52459 4.16056 0.69744 0.06898
57.00164 -27.10931 26.89284 42.73155 -20.17748 -30.80705

2 PERNA ESQUERDA
LA17C, CORRIDA NUM.02, 09/09/90, 17HS, SUN, FL=9.13, 41 PTOS
6 1.12435 17.17 27
-1.01101 -0.02017 9.44321
64.47366 15.46599 5.43659 3.15733 0.91464 0.68047
58.98104 -11.96534 39.69394 56.59061 47.60362 7.15146

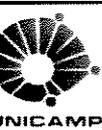
3 PERNA ESQUERDA
LB07A, CORRIDA NUM.03, 22/09/90, 07HS, SUN, FL=9.16, 64 PTOS
6 0.33559 7.02 50
-0.89608 -0.01027 8.68383
53.38387 15.06548 4.14822 3.74891 0.62789 0.23059
5.64403 48.00133 75.30710 31.85153 14.10367 87.71073

4 PERNA ESQUERDA
LB08C, CORRIDA NUM.04, 22/09/90, 08HS, SUN, FL=9.16, 66 PTOS
6 1.97880 8.00 52
-0.83980 0.04018 9.49571
47.21199 14.11641 3.56083 2.13590 0.30314 0.25747
-65.12038 -87.50187 44.94641 -45.46613 5.55322 -47.90701

5 PERNA ESQUERDA
LC17A, CORRIDA NUM.05, 26/09/90, 17HS, SUN, FL=9.16, 68 PTOS
6 4.37831 17.25 54
-0.91742 0.02103 10.56260
68.16340 18.06086 3.84935 2.33303 0.46947 0.66964
-59.15845 -60.37284 73.67922 -35.91562 28.56646 28.16415

6 PERNA ESQUERDA
LC18C, CORRIDA NUM.06, 26/09/90, 18HS, SUN, FL=9.16, 81 PTOS
6 1.72911 18.00 67
-0.64710 0.04807 10.24306
37.56838 14.21972 2.26195 0.45046 0.33308 0.22276
-58.75656 89.59895 88.88573 19.55924 39.80969 -54.75768

7 PERNA ESQUERDA
LD12A, CORRIDA NUM.07, 29/09/90, 12HS, SUN, FL=9.09, 73 PTOS
6 0.81404 12.15 59
-0.82368 0.02762 8.95431
47.36508 15.79410 3.02851 2.04240 0.29876 0.24225
89.98888 32.24900 -40.36039 32.42406 84.68998 -58.65702



8 PERNA ESQUERDA

LD13C, CORRIDA NUM.08, 29/09/90, 13HS, SUN, FL=9.09, 71 PTOS
6 1.28622 13.05 57
-0.79305 0.00736 8.98140
47.52662 16.46264 3.22339 1.77536 0.14214 0.51971
11.84233 54.99047 -85.18995 78.93058 12.98315 34.03888

9 PERNA ESQUERDA

LE13A, CORRIDA NUM.09, 06/10/90, 13HS, SUN, FL=8.82, 78 PTOS
6 0.84880 13.10 64
-0.78011 -0.02287 8.65084
43.87236 17.57999 2.28676 1.89822 0.69432 0.29232
-65.24026 76.53683 31.37002 -61.37662 18.08771 84.92258

10 PERNA ESQUERDA

LE14C, CORRIDA NUM.10, 06/10/90, 14HS, SUN, FL=8.82, 67 PTOS
6 0.87889 14.00 53
-0.95679 0.08000 8.82898
49.98127 17.19666 2.96736 2.23672 0.63888 0.32179
-77.14885 52.33907 -4.64891 55.55845 -63.16432 79.91093

11 PERNA ESQUERDA

LF11A, CORRIDA NUM.11, 13/10/90, 11HS, SUN, FL=8.71, 55 PTOS
6 1.88888 11.00 41
-0.90208 0.00543 10.03013
56.96665 17.01844 3.03630 2.40970 1.22133 0.24623
5.26858 38.64178 74.17451 2.82743 19.99380 -54.40915

12 PERNA ESQUERDA

LF12C, CORRIDA NUM.12, 13/10/90, 12HS, SUN, FL=8.71, 64 PTOS
6 7.60726 12.00 50
-0.82497 -0.04210 9.80182
50.26818 15.60910 3.83737 1.86361 0.75507 0.21553
-36.53734 -47.83399 -55.36482 25.63206 -35.10044 -7.51587

13 PERNA ESQUERDA

LG09A, CORRIDA NUM.13, 10/11/90, 09HS, SUN, FL=8.39, 63 PTOS
6 0.41124 9.03 49
-0.94355 0.00239 9.15508
50.92423 15.89177 2.78621 2.70068 0.79071 0.33778
73.13654 -2.95647 -71.36523 -50.08316 -1.34392 -8.53283

14 PERNA ESQUERDA

LG10C, CORRIDA NUM.14, 10/11/90, 10HS, SUN, FL=8.39, 62 PTOS
6 1.08346 10.00 48
-0.82082 -0.09281 8.61495
53.03551 16.31942 3.73351 3.52769 0.62176 0.59519
37.30130 -74.19979 -7.86879 -16.54059 -51.17097 47.98655



15 PERNA ESQUERDA

LH17A, CORRIDA NUM.15, 21/11/90, 17HS, SUN, FL=8.40, 66 PTOS

6	1.95829	17.07	52				
	-1.07312	0.10819	9.05097				
	58.12265	17.58429	3.03397	3.16798	0.65761	0.15720	
	88.73186	34.02884	-40.45113	2.76483	-35.42356	-2.08567	

16 PERNA ESQUERDA

LH18C, CORRIDA NUM.16, 21/11/90, 18HS, SUN, FL=8.40, 80 PTOS

6	2.14445	18.00	66				
	-0.85961	-0.02283	8.84481				
	51.70387	17.76148	2.49803	2.05608	0.22642	0.02427	
	74.88420	-0.89250	-85.10997	-47.75960	28.95530	-7.83698	

17 PERNA ESQUERDA

LI08A, CORRIDA NUM.17, 25/11/90, 08HS, SUN, FL=8.45, 67 PTOS

6	0.92564	8.00	53				
	-0.87316	-0.02583	8.58843				
	51.45149	18.03803	3.59433	1.82293	1.05134	0.25457	
	-17.67194	-7.82258	1.57305	-62.20456	-85.78728	-88.16451	

18 PERNA ESQUERDA

LI09C, CORRIDA NUM.18, 25/11/90, 09HS, SUN, FL=8.45, 73 PTOS

6	1.08271	9.00	59				
	-0.87507	0.01329	8.41502				
	50.66078	19.60224	2.76352	2.12356	0.50104	0.13064	
	80.51149	3.72586	-82.23735	-28.91326	76.57293	-77.34417	

19 PERNA ESQUERDA

LJ18A, CORRIDA NUM.19, 28/11/90, 18HS, SUN, FL=8.59, 58 PTOS

6	1.55277	18.12	44				
	-0.85968	-0.07264	8.60437				
	57.79210	17.77876	3.63502	2.32945	0.97236	0.33375	
	82.97684	17.66672	-67.84081	-32.28448	65.39283	-32.83815	

20 PERNA ESQUERDA

LJ19C, CORRIDA NUM.20, 28/11/90, 19HS, SUN, FL=8.59, 64 PTOS

6	2.27649	19.00	50				
	-0.94397	0.00173	8.62733				
	51.03357	17.60461	4.06684	2.39442	1.11204	0.47181	
	-41.68250	-56.11862	-69.88499	28.20205	-48.37917	-54.10295	

21 PERNA ESQUERDA

LK14A, CORRIDA NUM.21, 05/12/90, 14HS, SUN, FL=8.39, 67 PTOS

6	0.80263	14.00	53				
	-0.88967	0.01537	8.74582				
	50.92344	17.83982	2.63862	1.97743	0.72366	0.31160	
	70.99744	-10.01251	-83.47008	-54.18774	-0.00634	-77.04516	



22 PERNA ESQUERDA

LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS
 6 0.71680 15.00 54
 -0.76318 -0.05628 8.44360
 50.16401 18.52411 2.51569 1.60154 0.72895 0.60721
 58.99319 -35.62024 31.45948 63.70466 3.49969 76.15942

23 PERNA ESQUERDA

LL07A, CORRIDA NUM.23, 09/12/90, 07HS, SUN, FL=8.39, 70 PTOS
 6 1.35040 7.02 56
 -0.89335 -0.01353 8.52302
 55.77972 17.34283 3.32078 2.57627 0.53750 0.51040
 -41.60272 -48.57757 -73.70496 23.30434 42.75997 23.59609

24 PERNA ESQUERDA

LL08C, CORRIDA NUM.24, 09/12/90, 08HS, SUN, FL=8.39, 74 PTOS
 6 1.42066 8.00 60
 -0.83217 -0.02143 8.21605
 50.15498 18.32319 2.64207 2.31908 0.82114 0.39054
 53.66857 -48.07141 41.67809 45.91284 -63.63348 -18.17874

25 PERNA ESQUERDA

LM13A, CORRIDA NUM.25, 12/12/90, 13HS, SUN, FL=8.29, 68 PTOS
 6 0.35458 13.47 54
 -0.89604 0.02463 8.59759
 49.83042 18.08133 3.16591 2.41083 0.79575 0.17164
 26.89434 82.62513 -29.48091 -54.73371 -36.53600 49.93881

26 PERNA ESQUERDA

LM14C, CORRIDA NUM.26, 12/12/90, 14HS, SUN, FL=8.29, 75 PTOS
 6 1.98653 14.00 61
 -0.84679 -0.01559 8.46009
 48.46597 17.92252 2.51311 1.47002 0.78013 0.27543
 81.13907 8.00494 -53.29424 -26.82070 55.75084 48.20016



1 COXA ESQUERDA
 LA16A, CORRIDA NUM.01, 19/09/90, 16HS, SUN, FL=9.13, 55 PTOS
 6 0.91404 16.50 41
 0.24059 0.01179 8.82784
 42.15223 7.69293 5.28566 2.06473 1.01382 0.22848
 -55.88572 -84.68375 -57.79026 19.45937 40.30965 58.83065

2 COXA ESQUERDA
 LA17C, CORRIDA NUM.02, 09/09/90, 17HS, SUN, FL=9.13, 41 PTOS
 6 0.15730 17.17 27
 0.22108 -0.00200 9.45742
 42.96292 7.16758 4.36868 3.91569 0.71461 1.07375
 -51.17088 -85.47919 -58.11082 36.86793 6.24828 -89.72069

3 COXA ESQUERDA
 LB07A, CORRIDA NUM.03, 22/09/90, 07HS, SUN, FL=9.16, 64 PTOS
 6 0.51811 7.02 50
 0.20580 0.00169 8.64669
 34.47669 7.55703 5.72199 1.81002 1.10558 0.39056
 75.54863 8.01327 -23.11723 2.34996 82.17146 -67.82829

4 COXA ESQUERDA
 LB08C, CORRIDA NUM.04, 22/09/90, 08HS, SUN, FL=9.16, 66 PTOS
 6 0.38045 8.00 52
 0.19149 0.02051 9.43044
 32.20376 6.86866 3.39410 1.26427 0.42627 0.31694
 10.02274 64.62808 -46.33917 -79.94466 -67.44968 -79.62090

5 COXA ESQUERDA
 LC17A, CORRIDA NUM.05, 26/09/90, 17HS, SUN, FL=9.16, 68 PTOS
 6 0.48331 17.25 54
 0.23431 0.00869 10.57298
 34.71852 8.18808 4.43175 1.81255 0.53918 0.91898
 9.97012 43.94369 -43.61330 86.58233 -66.79906 63.43372

6 COXA ESQUERDA
 LC18C, CORRIDA NUM.06, 26/09/90, 18HS, SUN, FL=9.16, 81 PTOS
 6 0.35479 18.00 67
 0.21501 0.02568 10.25919
 26.87772 6.87523 2.21834 0.74125 0.31039 0.59212
 -0.08294 65.63885 -56.72524 60.93169 55.39046 -39.53248

7 COXA ESQUERDA
 LD12A, CORRIDA NUM.07, 29/09/90, 12HS, SUN, FL=9.09, 73 PTOS
 6 0.22949 12.15 59
 0.21667 -0.01452 8.94844
 31.47161 8.07547 3.11085 1.52371 0.93079 0.20635
 -23.24013 -1.56031 50.45549 -37.39669 26.79932 8.32374



8 COXA ESQUERDA

LD13C, CORRIDA NUM.08, 29/09/90, 13HS, SUN, FL=9.09, 71 PTOS
 6 0.37824 13.05 57
 0.13939 0.03714 9.00534
 29.33878 8.41383 3.20373 1.26070 0.79787 0.45066
 76.38081 19.66003 -16.54720 -1.89346 4.27634 58.66299

9 COXA ESQUERDA

LE13A, CORRIDA NUM.09, 06/10/90, 13HS, SUN, FL=8.82, 78 PTOS
 6 0.56190 13.10 64
 0.22370 -0.02122 8.64006
 31.18460 8.22649 3.94206 0.89044 0.86303 0.27373
 -1.35591 41.28737 -58.85170 62.03971 -25.95507 7.59325

10 COXA ESQUERDA

LE14C, CORRIDA NUM.10, 06/10/90, 14HS, SUN, FL=8.82, 67 PTOS
 6 0.45019 14.00 53
 0.21088 -0.00793 8.84566
 36.42090 7.98069 4.37846 1.38769 0.76009 0.12081
 -16.99424 11.46594 69.88531 14.89630 39.22818 -16.98752

11 COXA ESQUERDA

LF11A, CORRIDA NUM.11, 13/10/90, 11HS, SUN, FL=8.71, 55 PTOS
 6 0.36523 11.00 41
 0.28617 -0.01655 10.05404
 37.23088 6.71512 4.50296 1.29243 0.58738 0.27720
 69.38575 -5.80466 -45.82178 -32.02152 -61.09235 1.16958

12 COXA ESQUERDA

LF12C, CORRIDA NUM.12, 13/10/90, 12HS, SUN, FL=8.71, 64 PTOS
 6 2.95392 12.00 50
 0.22505 0.01048 9.78332
 34.74778 5.65529 3.75039 1.16288 1.00515 0.09713
 31.63061 -74.15105 23.40958 50.48354 72.10521 82.19546

13 COXA ESQUERDA

LG09A, CORRIDA NUM.13, 10/11/90, 09HS, SUN, FL=8.39, 63 PTOS
 6 0.35784 9.03 49
 0.19272 0.00832 9.17568
 35.89044 5.23889 4.27375 1.23027 0.73894 0.37643
 -42.34787 -51.38678 -9.50636 -88.15323 -86.31097 68.12172

14 COXA ESQUERDA

LG10C, CORRIDA NUM.14, 10/11/90, 10HS, SUN, FL=8.39, 62 PTOS
 6 0.73660 10.00 48
 0.24289 -0.01089 8.67484
 36.20335 8.48926 4.22472 1.44252 0.92144 0.37723
 -79.22952 56.74420 56.72105 -63.37951 83.86727 37.05317



15 COXA ESQUERDA

LH17A, CORRIDA NUM.15, 21/11/90, 17HS, SUN, FL=8.40, 66 PTOS
 6 0.87141 17.07 52
 0.17109 0.01511 8.98982
 35.51061 7.68598 4.18793 1.86112 0.89530 0.52232
 -22.16729 -14.27127 50.89478 -23.10137 1.25142 7.06273

16 COXA ESQUERDA

LH18C, CORRIDA NUM.16, 21/11/90, 18HS, SUN, FL=8.40, 80 PTOS
 6 0.93964 18.00 66
 0.18279 -0.00176 8.84637
 32.25843 8.68848 3.81664 0.91601 0.53549 0.08541
 -43.67285 -41.26757 -5.85803 76.79083 -68.35191 86.67986

17 COXA ESQUERDA

LI08A, CORRIDA NUM.17, 25/11/90, 08HS, SUN, FL=8.45, 67 PTOS
 6 0.85563 8.00 53
 0.23826 -0.00856 8.57609
 33.17778 7.68346 4.17430 0.70230 0.63116 0.13933
 47.07169 -41.81531 65.48119 79.56073 28.61165 -39.80627

18 COXA ESQUERDA

LI09C, CORRIDA NUM.18, 25/11/90, 09HS, SUN, FL=8.45, 73 PTOS
 6 0.49432 9.00 59
 0.26710 -0.01624 8.30024
 32.81105 9.10837 4.25381 1.46102 0.71274 0.33189
 -31.61510 -21.97060 25.08850 -38.77693 -18.77495 -55.17723

19 COXA ESQUERDA

LJ18A, CORRIDA NUM.19, 28/11/90, 18HS, SUN, FL=8.59, 58 PTOS
 6 0.57078 18.12 44
 0.22601 0.02253 8.71431
 42.91729 9.49301 4.52479 2.86839 0.75890 0.19126
 -38.92616 -49.91718 -1.56375 81.00532 -52.19693 -38.54192

20 COXA ESQUERDA

LJ19C, CORRIDA NUM.20, 28/11/90, 19HS, SUN, FL=8.59, 64 PTOS
 6 1.57539 19.00 50
 0.26981 0.00711 8.58558
 36.95167 9.37315 4.40080 1.56569 1.14842 0.19408
 23.79253 -85.08863 5.36233 -14.71887 -84.06065 2.86720

21 COXA ESQUERDA

LK14A, CORRIDA NUM.21, 05/12/90, 14HS, SUN, FL=8.39, 67 PTOS
 6 0.87072 14.00 53
 0.18568 0.03293 8.75004
 37.46566 7.56695 4.46907 1.18487 0.87476 0.18209
 -44.16291 -51.55710 -14.04526 81.58288 -84.34278 -63.01522



22 COXA ESQUERDA

LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS

6	0.24227	15.00	54				
	0.23937	0.00517	8.44309				
	31.72501	9.46167	4.40644	1.20042	0.78855	0.17806	
	-58.39780	-81.10513	-61.54875	-1.99245	10.56939	-35.91482	

23 COXA ESQUERDA

LL07A, CORRIDA NUM.23, 09/12/90, 07HS, SUN, FL=8.39, 70 PTOS

6	0.20761	7.02	56				
	0.33140	-0.05926	8.49341				
	32.78646	8.29834	4.82840	2.11600	0.56285	0.43864	
	26.67676	79.98859	7.35183	-34.33389	-75.13573	82.88136	

24 COXA ESQUERDA

LL08C, CORRIDA NUM.24, 09/12/90, 08HS, SUN, FL=8.39, 74 PTOS

6	0.34100	8.00	60				
	0.24664	-0.02513	8.11342				
	32.68532	7.85383	4.38339	0.78587	0.81402	0.34823	
	-59.49351	-69.81236	-55.39698	43.54884	58.24389	-59.95308	

25 COXA ESQUERDA

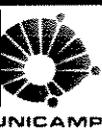
LM13A, CORRIDA NUM.25, 12/12/90, 13HS, SUN, FL=8.29, 68 PTOS

6	0.73332	13.47	54				
	0.20425	0.02078	8.62854				
	34.64734	7.81632	4.74569	1.10444	0.97327	0.37941	
	86.65691	33.57159	26.81202	67.00570	71.95551	-71.18656	

26 COXA ESQUERDA

LM14C, CORRIDA NUM.26, 12/12/90, 14HS, SUN, FL=8.29, 75 PTOS

6	0.54416	14.00	61				
	0.32080	-0.03830	8.47183				
	32.31803	8.84575	4.24123	0.77884	0.61664	0.68327	
	-39.67949	-33.87158	1.88790	-75.94271	-66.24460	-85.47885	



1 X JOELHO ESQUERDO
LA16A, CORRIDA NUM.01, 19/09/90, 16HS, SUN, FL=9.13, 55 PTOS
6 1.51820 16.50 40
-3.36533 4.03225 8.79451
14.05716 1.35319 1.40299 0.53887 0.17602 0.07334
-55.31462 -55.44861 -48.61857 37.38896 -89.73443 -42.94470

2 X JOELHO ESQUERDO
LA17C, CORRIDA NUM.02, 09/09/90, 17HS, SUN, FL=9.13, 41 PTOS
6 0.25806 17.17 26
-3.45261 4.25470 9.52634
14.11664 1.30913 0.98150 1.03256 0.26454 0.42766
-58.11982 -69.06076 -51.33160 31.52852 -16.61471 44.75947

3 X JOELHO ESQUERDO
LB07A, CORRIDA NUM.03, 22/09/90, 07HS, SUN, FL=9.16, 64 PTOS
6 2.53628 7.02 49
-3.41959 3.49805 8.63302
11.17135 1.31645 1.92710 0.35427 0.83278 0.52320
80.15944 78.16003 -33.03807 -64.34189 -29.26069 -79.52953

4 X JOELHO ESQUERDO
LB08C, CORRIDA NUM.04, 22/09/90, 08HS, SUN, FL=9.16, 66 PTOS
6 0.88329 8.00 51
-3.11868 3.21264 9.41890
11.22267 1.66028 0.92756 0.43114 0.09244 0.05905
10.95864 -81.53549 -42.09634 -71.92048 -81.55704 -38.40804

5 X JOELHO ESQUERDO
LC17A, CORRIDA NUM.05, 26/09/90, 17HS, SUN, FL=9.16, 68 PTOS
6 1.37387 17.25 53
-3.68377 3.36512 10.57423
11.70909 1.39170 1.34987 0.41913 0.04327 0.18062
7.29691 61.98420 -49.93344 88.75498 -25.99541 81.47742

6 X JOELHO ESQUERDO
LC18C, CORRIDA NUM.06, 26/09/90, 18HS, SUN, FL=9.16, 81 PTOS
6 2.25281 18.00 66
-3.51081 2.63658 10.22271
9.26093 1.90465 0.60482 0.17604 0.29005 0.24223
2.68676 88.04764 -65.83153 -55.69120 -46.63597 -36.90728

7 X JOELHO ESQUERDO
LD12A, CORRIDA NUM.07, 29/09/90, 12HS, SUN, FL=9.09, 73 PTOS
6 1.20745 12.15 58
-3.49663 3.07056 8.93933
10.09516 2.15768 1.14202 0.29994 0.23737 0.15121
-20.56943 24.66143 50.69274 9.29748 58.65115 3.04726



8 X JOELHO ESQUERDO
 LD13C, CORRIDA NUM.08, 29/09/90, 13HS, SUN, FL=9.09, 71 PTOS
 6 1.08230 13.05 56
 -3.50107 3.08612 9.04425
 10.45670 1.98978 1.13519 0.33240 0.10252 0.11958
 73.65269 32.71324 -22.96859 -6.74886 21.11831 57.51943

9 X JOELHO ESQUERDO
 LE13A, CORRIDA NUM.09, 06/10/90, 13HS, SUN, FL=8.82, 78 PTOS
 6 4.23795 13.10 63
 -3.35155 2.88726 8.68109
 10.16704 1.90311 1.16888 0.19990 0.30534 0.11439
 -5.64534 50.93251 -71.75386 86.17578 -60.21585 -42.59612

10 X JOELHO ESQUERDO
 LE14C, CORRIDA NUM.10, 06/10/90, 14HS, SUN, FL=8.82, 67 PTOS
 6 4.85110 14.00 52
 -3.73544 3.45083 8.75854
 12.70339 1.77477 1.31847 0.38459 0.11360 0.07448
 -14.39765 40.23442 84.95378 53.20100 -62.92891 -70.05529

11 X JOELHO ESQUERDO
 LF11A, CORRIDA NUM.11, 13/10/90, 11HS, SUN, FL=8.71, 55 PTOS
 6 1.63820 11.00 40
 -3.74413 4.13062 10.11582
 12.31817 1.20367 1.33112 0.47351 0.08743 0.12463
 63.70200 4.11526 -49.51190 -17.39359 48.27739 32.69181

12 X JOELHO ESQUERDO
 LF12C, CORRIDA NUM.12, 13/10/90, 12HS, SUN, FL=8.71, 64 PTOS
 6 11.00665 12.00 49
 -3.72980 3.66273 9.79540
 10.87827 1.94832 1.46421 0.44442 0.45550 0.19867
 28.37105 -70.99443 15.27637 -42.96735 55.89329 46.34049

13 X JOELHO ESQUERDO
 LG09A, CORRIDA NUM.13, 10/11/90, 09HS, SUN, FL=8.39, 63 PTOS
 6 1.99305 9.03 48
 -3.36437 3.53846 9.15417
 12.28771 1.13010 1.26294 0.20944 0.39026 0.16771
 -40.27547 -20.50125 -5.65956 -41.74812 -59.73923 -50.68544

14 X JOELHO ESQUERDO
 LG10C, CORRIDA NUM.14, 10/11/90, 10HS, SUN, FL=8.39, 62 PTOS
 6 3.33414 10.00 47
 -3.06427 3.39123 8.60910
 12.39995 1.86918 1.44945 0.53700 0.23641 0.21260
 -73.90874 -80.38284 80.52386 -29.49747 -33.09066 55.00752



15 X JOELHO ESQUERDO
LH17A, CORRIDA NUM.15, 21/11/90, 17HS, SUN, FL=8.40, 66 PTOS
6 1.97976 17.07 51
-3.45677 3.45076 8.96292
12.90902 1.62401 1.38764 0.50912 0.30554 0.12834
-18.31937 11.10309 61.16283 6.61137 -18.77823 66.95973

16 X JOELHO ESQUERDO
LH18C, CORRIDA NUM.16, 21/11/90, 18HS, SUN, FL=8.40, 80 PTOS
6 0.89080 18.00 65
-3.40675 3.25237 8.84998
12.14209 2.13012 1.11778 0.32488 0.18415 0.03273
-43.10088 -22.22139 -0.99376 -87.45705 -75.22457 1.64793

17 X JOELHO ESQUERDO
LI08A, CORRIDA NUM.17, 25/11/90, 08HS, SUN, FL=8.45, 67 PTOS
6 4.42778 8.00 52
-3.34308 3.34825 8.65244
11.59418 2.17927 1.23188 0.40666 0.17352 0.06028
45.81464 -26.67423 49.84239 85.71244 -43.70095 -59.21648

18 X JOELHO ESQUERDO
LI09C, CORRIDA NUM.18, 25/11/90, 09HS, SUN, FL=8.45, 73 PTOS
6 1.18475 9.00 58
-3.55204 3.14212 8.28966
11.79858 2.46538 1.27230 0.40522 0.16576 0.04969
-30.45531 -2.39028 26.35536 -22.25870 -41.65182 21.25869

19 X JOELHO ESQUERDO
LJ18A, CORRIDA NUM.19, 28/11/90, 18HS, SUN, FL=8.59, 58 PTOS
6 1.76364 18.12 43
-3.18633 3.70714 8.75058
13.91955 1.72207 1.17521 0.62199 0.14972 0.17944
-41.61880 -34.45935 -8.69107 -87.78803 -34.25275 10.34697

20 X JOELHO ESQUERDO
LJ19C, CORRIDA NUM.20, 28/11/90, 19HS, SUN, FL=8.59, 64 PTOS
6 4.64053 19.00 49
-3.34522 3.35738 8.62135
12.18593 1.97482 1.11377 0.39263 0.24047 0.04422
22.18846 -67.93060 2.70160 4.64029 -65.16847 -31.30845

21 X JOELHO ESQUERDO
LK14A, CORRIDA NUM.21, 05/12/90, 14HS, SUN, FL=8.39, 67 PTOS
6 1.74589 14.00 52
-3.06964 3.42105 8.79101
12.21231 2.17173 1.30283 0.42609 0.28106 0.14323
-44.08465 -35.00061 -12.34351 66.37317 -66.71831 -33.51812



22 X JOELHO ESQUERDO
LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS
6 1.43211 15.00 53
-3.27574 3.12436 8.50297
10.99581 2.19469 1.32232 0.41788 0.17476 0.05953
-62.68118 -67.60408 -62.05751 -31.07397 -25.74410 -12.45571

23 X JOELHO ESQUERDO
LL07A, CORRIDA NUM.23, 09/12/90, 07HS, SUN, FL=8.39, 70 PTOS
6 2.08729 7.02 55
-3.15459 3.16855 8.50928
11.26334 1.99767 1.24194 0.47572 0.09062 0.10911
23.65860 -81.15438 3.83072 -15.77780 -41.38680 -11.66998

24 X JOELHO ESQUERDO
LL08C, CORRIDA NUM.24, 09/12/90, 08HS, SUN, FL=8.39, 74 PTOS
6 3.19078 8.00 59
-3.39199 3.01016 8.09411
11.05827 1.92429 1.38853 0.24919 0.22903 0.09049
-50.69313 -40.25998 -54.76113 -77.84709 30.39866 59.05696

25 X JOELHO ESQUERDO
LM13A, CORRIDA NUM.25, 12/12/90, 13HS, SUN, FL=8.29, 68 PTOS
6 0.78455 13.47 53
-3.24096 3.21596 8.62493
12.11539 1.95467 1.43055 0.31445 0.17538 0.11210
89.30910 59.11736 35.93302 -79.46203 85.46911 15.22991

26 X JOELHO ESQUERDO
LM14C, CORRIDA NUM.26, 12/12/90, 14HS, SUN, FL=8.29, 75 PTOS
6 4.64321 14.00 60
-3.33525 2.93538 8.46676
11.48491 2.42564 1.31048 0.33077 0.11524 0.20042
-34.20390 -17.50612 6.63269 -29.75875 45.17647 -87.57182



1 PERNA DIREITA

LA16A, CORRIDA NUM.01, 19/09/90, 16HS, SUN, FL=9.13, 55 PTOS
 6 1.67237 16.50 41
 -0.92306 -0.00966 8.85864
 60.21829 17.40318 3.02644 2.57419 0.72256 0.44728
 58.74841 -24.88173 34.22111 50.37912 -7.00179 -65.46703

2 PERNA DIREITA

LA17C, CORRIDA NUM.02, 09/09/90, 17HS, SUN, FL=9.13, 41 PTOS
 6 0.38194 17.17 27
 -0.84499 -0.06553 9.44273
 58.96373 19.82808 2.93448 2.94338 1.19610 0.30720
 67.31821 -16.39615 -89.05166 -89.96814 -19.59947 79.30382

3 PERNA DIREITA

LB07A, CORRIDA NUM.03, 22/09/90, 07HS, SUN, FL=9.16, 64 PTOS
 6 0.82992 7.02 50
 -0.90425 0.03919 8.65129
 50.77660 18.14031 2.51496 2.43442 0.25308 0.38448
 8.00618 45.72843 74.21725 38.67980 30.35290 65.88006

4 PERNA DIREITA

LB08C, CORRIDA NUM.04, 22/09/90, 08HS, SUN, FL=9.16, 66 PTOS
 6 1.07523 8.00 52
 -0.81314 0.07521 9.48693
 41.05537 14.66372 2.91963 1.92382 0.76165 0.47927
 -59.90497 88.19627 27.04095 -23.90029 50.22769 69.21201

5 PERNA DIREITA

LC17A, CORRIDA NUM.05, 26/09/90, 17HS, SUN, FL=9.16, 68 PTOS
 6 0.44849 17.25 54
 -0.80063 0.05763 10.60372
 45.41372 17.39532 2.40395 1.92132 0.89844 0.29133
 -56.84880 -81.61105 63.62989 -9.37394 -77.57478 8.76133

6 PERNA DIREITA

LC18C, CORRIDA NUM.06, 26/09/90, 18HS, SUN, FL=9.16, 81 PTOS
 6 0.86296 18.00 67
 -0.60452 0.03682 10.18425
 32.64216 13.72307 0.84570 1.23052 0.63806 0.42400
 -50.09935 -78.65597 85.29969 53.96913 16.45456 20.73654

7 PERNA DIREITA

LD12A, CORRIDA NUM.07, 29/09/90, 12HS, SUN, FL=9.09, 73 PTOS
 6 0.96227 12.15 59
 -0.81817 0.01974 8.87564
 45.15953 16.42010 3.26232 2.15852 0.38252 0.79674
 -87.21686 36.50335 -29.92461 37.81392 88.87711 16.19011



8 PERNA DIREITA

LD13C, CORRIDA NUM.08, 29/09/90, 13HS, SUN, FL=9.09, 71 PTOS
 6 0.20683 13.05 57
 -0.88784 0.07415 8.96756
 44.58166 16.39827 2.70772 2.13168 0.59255 0.49519
 11.34078 52.66443 85.60553 66.98477 26.89310 -82.49587

9 PERNA DIREITA

LE13A, CORRIDA NUM.09, 06/10/90, 13HS, SUN, FL=8.82, 78 PTOS
 6 1.02861 13.10 64
 -0.84235 0.01122 8.60534
 44.03350 16.77403 2.43699 1.63318 0.95466 0.28668
 -67.61079 76.98735 44.66557 -47.57127 -3.13994 -1.35169

10 PERNA DIREITA

LE14C, CORRIDA NUM.10, 06/10/90, 14HS, SUN, FL=8.82, 67 PTOS
 6 1.27539 14.00 53
 -0.94871 0.03947 8.87158
 47.75969 16.04684 3.25978 1.99222 0.68324 0.70783
 -84.14673 41.86989 -19.76119 54.22409 -74.97305 49.33252

11 PERNA DIREITA

LF11A, CORRIDA NUM.11, 13/10/90, 11HS, SUN, FL=8.71, 55 PTOS
 6 3.18965 11.00 41
 -0.77574 -0.11087 9.94029
 56.42007 15.34227 3.12455 2.29980 0.65202 0.53767
 8.36014 46.40728 57.10735 35.87453 -35.67574 -28.56522

12 PERNA DIREITA

LF12C, CORRIDA NUM.12, 13/10/90, 12HS, SUN, FL=8.71, 64 PTOS
 6 6.09284 12.00 50
 -0.77353 0.00556 9.76209
 47.83846 18.15083 3.91523 2.00122 0.79125 0.78536
 -33.50970 -42.76970 64.98139 84.08666 80.41076 2.98116

13 PERNA DIREITA

LG09A, CORRIDA NUM.13, 10/11/90, 09HS, SUN, FL=8.39, 63 PTOS
 6 0.54371 9.03 49
 -0.89510 -0.00331 9.13711
 50.39048 16.59494 3.80268 2.37660 0.40586 0.39533
 76.64903 3.85311 -81.94675 -45.22337 -36.94929 -72.93922

14 PERNA DIREITA

LG10C, CORRIDA NUM.14, 10/11/90, 10HS, SUN, FL=8.39, 62 PTOS
 6 0.91125 10.00 48
 -0.92073 0.00930 8.69512
 49.74795 16.19863 3.37522 2.48750 0.71405 0.77521
 33.67596 -78.80779 -49.32271 -59.18901 -88.04819 46.95758



15 PERNA DIREITA

LH17A, CORRIDA NUM.15, 21/11/90, 17HS, SUN, FL=8.40, 66 PTOS
 6 1.70859 17.07 52
 -0.90766 -0.00948 8.98432
 56.72364 18.85701 2.68471 2.77397 1.01843 0.14292
 -88.49440 38.40188 -25.35781 16.63778 -70.11189 30.47646

16 PERNA DIREITA

LH18C, CORRIDA NUM.16, 21/11/90, 18HS, SUN, FL=8.40, 80 PTOS
 6 1.85312 18.00 66
 -0.84327 -0.01190 8.80336
 50.18801 18.28156 2.44734 2.60186 1.06114 0.29037
 73.71830 -0.17252 -83.36551 -26.84091 -17.13191 77.28208

17 PERNA DIREITA

LI08A, CORRIDA NUM.17, 25/11/90, 08HS, SUN, FL=8.45, 67 PTOS
 6 1.80633 8.00 53
 -0.93941 0.07307 8.61186
 51.39386 16.69478 3.23198 2.00648 0.36747 0.47793
 -15.95843 -6.04524 -15.30381 -75.36312 75.00400 40.55835

18 PERNA DIREITA

LI09C, CORRIDA NUM.18, 25/11/90, 09HS, SUN, FL=8.45, 73 PTOS
 6 0.68379 9.00 59
 -0.89620 0.01818 8.30011
 50.99727 18.84114 2.79909 2.65218 0.24586 0.54979
 84.86433 22.28529 -52.68202 -7.77655 58.03763 76.07360

19 PERNA DIREITA

LJ18A, CORRIDA NUM.19, 28/11/90, 18HS, SUN, FL=8.59, 58 PTOS
 6 1.88855 18.12 44
 -0.88435 -0.04020 8.56409
 55.86100 19.22829 3.40991 2.47065 0.76620 0.30070
 82.53405 20.69245 -82.18263 -34.20118 69.41370 87.48402

20 PERNA DIREITA

LJ19C, CORRIDA NUM.20, 28/11/90, 19HS, SUN, FL=8.59, 64 PTOS
 6 0.99040 19.00 50
 -0.88552 -0.03383 8.52579
 50.27771 17.23909 3.19520 3.18131 0.96269 0.33379
 -34.59934 -39.48043 -63.27845 47.41730 -18.05795 8.20103

21 PERNA DIREITA

LK14A, CORRIDA NUM.21, 05/12/90, 14HS, SUN, FL=8.39, 67 PTOS
 6 0.75698 14.00 53
 -0.90810 -0.01220 8.76237
 51.01079 17.81574 3.46633 2.61940 0.30366 0.69109
 68.40260 -10.43163 62.89758 -74.06799 79.65281 -17.12702



22 PERNA DIREITA

LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS
6 0.48720 15.00 54
-0.99816 0.08648 8.48531
48.40086 17.31386 2.72045 2.24067 0.65589 0.31194
47.99987 -44.89030 10.58317 27.70868 44.90751 -69.81419

23 PERNA DIREITA

LL07A, CORRIDA NUM.23, 09/12/90, 07HS, SUN, FL=8.39, 70 PTOS
6 0.79045 7.02 56
-0.90775 -0.01464 8.51690
49.53830 16.50530 3.27623 2.55301 0.38904 0.70775
-47.83283 -56.24930 -88.29342 19.07871 -85.35357 -56.06190

24 PERNA DIREITA

LL08C, CORRIDA NUM.24, 09/12/90, 08HS, SUN, FL=8.39, 74 PTOS
6 1.58770 8.00 60
-0.94950 0.02524 8.22768
48.38832 16.67041 4.24872 2.71634 0.70898 0.76740
45.67902 -51.55183 7.08869 38.07809 -3.04366 -32.72270

25 PERNA DIREITA

LM13A, CORRIDA NUM.25, 12/12/90, 13HS, SUN, FL=8.29, 68 PTOS
6 1.42173 13.47 54
-1.01453 0.11254 8.64879
50.33451 16.88831 3.74162 1.92006 0.52011 0.48672
22.65124 82.96008 -68.26006 -66.73872 41.76888 -12.36572

26 PERNA DIREITA

LM14C, CORRIDA NUM.26, 12/12/90, 14HS, SUN, FL=8.29, 75 PTOS
6 0.40575 14.00 61
-0.82671 0.01452 8.34365
46.27965 17.72574 2.70717 1.46345 0.37007 0.15744
89.34885 22.14485 -57.17405 24.31499 55.46648 -35.01672



1 COXA DIREITA

LA16A, CORRIDA NUM.01, 19/09/90, 16HS, SUN, FL=9.13, 55 PTOS
 6 0.63862 16.50 41
 0.16206 0.05239 8.96769
 41.15817 6.77632 4.14396 1.56331 0.63263 0.64953
 -59.15589 83.06835 -69.56841 -26.52768 -79.03722 89.39211

2 COXA DIREITA

LA17C, CORRIDA NUM.02, 09/09/90, 17HS, SUN, FL=9.13, 41 PTOS
 6 0.28383 17.17 27
 0.19659 -0.09495 9.31991
 37.69823 7.01377 4.72026 0.07048 0.64945 0.32308
 -43.48020 -54.02113 -0.93961 22.63755 -16.49307 27.96122

3 COXA DIREITA

LB07A, CORRIDA NUM.03, 22/09/90, 07HS, SUN, FL=9.16, 64 PTOS
 6 0.28946 7.02 50
 0.10564 0.06709 8.68444
 36.29654 7.20082 4.87816 1.10862 0.58294 0.34252
 66.75593 -1.32157 -42.09350 -29.37134 24.84904 -8.25867

4 COXA DIREITA

LB08C, CORRIDA NUM.04, 22/09/90, 08HS, SUN, FL=9.16, 66 PTOS
 6 0.47520 8.00 52
 0.15147 0.02288 9.35416
 29.43502 6.53212 2.69874 0.53262 0.94330 0.70144
 11.78059 67.17016 -26.95277 -76.49911 8.89307 -70.63191

5 COXA DIREITA

LC17A, CORRIDA NUM.05, 26/09/90, 17HS, SUN, FL=9.16, 68 PTOS
 6 0.47242 17.25 54
 0.16259 0.02473 10.60010
 30.27229 7.64808 3.14177 0.69914 0.35313 0.46605
 3.39050 65.01584 -50.13596 57.83785 -18.20835 -42.40842

6 COXA DIREITA

LC18C, CORRIDA NUM.06, 26/09/90, 18HS, SUN, FL=9.16, 81 PTOS
 6 0.34764 18.00 67
 0.26652 -0.05914 10.04026
 22.44661 6.00048 2.07807 0.28369 1.25669 0.79927
 19.70904 -83.52172 29.94600 -43.91132 62.95078 36.72789

7 COXA DIREITA

LD12A, CORRIDA NUM.07, 29/09/90, 12HS, SUN, FL=9.09, 73 PTOS
 6 0.30942 12.15 59
 0.19519 -0.03390 8.83572
 30.01767 7.56118 3.28757 0.89699 0.65609 0.48604
 -20.10322 12.11804 59.30774 17.61894 45.62376 -20.56790



8 COXA DIREITA

LD13C, CORRIDA NUM.08, 29/09/90, 13HS, SUN, FL=9.09, 71 PTOS
 6 0.23105 13.05 57
 0.15598 -0.00236 8.91646
 28.96893 5.92141 3.35838 1.06893 0.72209 0.57871
 80.24185 30.25650 -2.14555 38.23531 14.63861 -12.95267

9 COXA DIREITA

LE13A, CORRIDA NUM.09, 06/10/90, 13HS, SUN, FL=8.82, 78 PTOS
 6 0.31242 13.10 64
 0.14158 0.00229 8.63653
 28.85539 6.34602 3.75725 0.35862 0.89180 0.20922
 -3.64711 35.36721 -79.63534 -51.40196 -38.47837 14.97519

10 COXA DIREITA

LE14C, CORRIDA NUM.10, 06/10/90, 14HS, SUN, FL=8.82, 67 PTOS
 6 0.33101 14.00 53
 0.17553 -0.03752 8.87742
 33.83272 6.10482 3.50101 0.57512 0.35817 0.28352
 -21.19118 6.39198 44.56335 31.92112 -81.31985 51.78783

11 COXA DIREITA

LF11A, CORRIDA NUM.11, 13/10/90, 11HS, SUN, FL=8.71, 55 PTOS
 6 0.33237 11.00 41
 0.26657 -0.03885 9.89912
 36.81651 6.86020 4.23168 0.98446 0.43761 0.53498
 76.34041 7.98546 -44.45493 -12.55016 63.78130 88.39298

12 COXA DIREITA

LF12C, CORRIDA NUM.12, 13/10/90, 12HS, SUN, FL=8.71, 64 PTOS
 6 1.10822 12.00 50
 0.18244 0.01890 9.75447
 34.21603 7.95267 3.23765 0.82699 0.33420 0.53236
 28.60395 -84.86599 29.04856 -19.51118 -66.51395 30.09459

13 COXA DIREITA

LG09A, CORRIDA NUM.13, 10/11/90, 09HS, SUN, FL=8.39, 63 PTOS
 6 0.58637 9.03 49
 0.23551 -0.00658 9.12641
 37.09287 6.38221 4.11223 1.12136 0.19813 0.57300
 -34.55957 -42.75127 -13.68230 -76.31257 -43.15209 -51.32656

14 COXA DIREITA

LG10C, CORRIDA NUM.14, 10/11/90, 10HS, SUN, FL=8.39, 62 PTOS
 6 0.80725 10.00 48
 0.22994 0.00252 8.70784
 37.08325 6.37783 3.83367 1.75928 0.40524 0.52697
 -81.10595 52.42252 33.34225 87.28772 -77.69878 63.07428



15 COXA DIREITA

LH17A, CORRIDA NUM.15, 21/11/90, 17HS, SUN, FL=8.40, 66 PTOS
 6 0.26942 17.07 52
 0.19255 -0.01196 8.95919
 32.82552 5.87284 4.92921 0.98913 0.40121 0.62997
 -25.06812 -17.45073 48.53008 -18.85154 -50.74613 -23.93227

16 COXA DIREITA

LH18C, CORRIDA NUM.16, 21/11/90, 18HS, SUN, FL=8.40, 80 PTOS
 6 0.51379 18.00 66
 0.17278 0.00272 8.79531
 31.32412 6.56370 3.21663 0.68490 0.25486 0.43487
 -44.32523 -34.78690 -4.96607 87.42187 -37.99364 58.36901

17 COXA DIREITA

LI08A, CORRIDA NUM.17, 25/11/90, 08HS, SUN, FL=8.45, 67 PTOS
 6 0.76864 8.00 53
 0.23054 0.00602 8.62021
 31.32400 7.77852 4.25086 1.86618 0.17605 0.93743
 47.00360 -52.85173 55.91235 52.13361 -81.77022 -75.78751

18 COXA DIREITA

LI09C, CORRIDA NUM.18, 25/11/90, 09HS, SUN, FL=8.45, 73 PTOS
 6 0.77738 9.00 59
 0.20302 0.03623 8.38827
 33.50713 7.25363 4.92557 1.70857 0.53463 0.27462
 -31.31709 -32.40052 -0.15059 -59.25490 71.43913 66.96208

19 COXA DIREITA

LJ18A, CORRIDA NUM.19, 28/11/90, 18HS, SUN, FL=8.59, 58 PTOS
 6 0.54510 18.12 44
 0.27207 -0.06504 8.65608
 40.57474 8.02941 4.63300 0.98773 1.06041 1.04447
 -35.84738 -45.35273 -7.66841 59.97020 84.78381 57.98448

20 COXA DIREITA

LJ19C, CORRIDA NUM.20, 28/11/90, 19HS, SUN, FL=8.59, 64 PTOS
 6 0.53005 19.00 50
 0.25793 -0.04648 8.62501
 36.68925 7.89825 4.51054 1.70023 0.37470 0.07518
 24.56400 83.46423 4.86476 6.66389 35.72324 13.78668

21 COXA DIREITA

LK14A, CORRIDA NUM.21, 05/12/90, 14HS, SUN, FL=8.39, 67 PTOS
 6 0.40739 14.00 53
 0.15054 0.02333 8.76909
 35.68042 7.17882 4.33860 0.90796 0.41447 0.52976
 -48.31738 -64.36882 -27.66729 89.06550 44.75545 -73.63516

22 COXA DIREITA

LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS
 6 0.23568 15.00 54
 0.17618 0.01726 8.43351
 33.59509 7.26589 4.32095 0.38722 0.93719 0.23978
 -59.80361 -84.82775 -74.29693 -14.74822 -9.08503 24.18081

23 COXA DIREITA

LL07A, CORRIDA NUM.23, 09/12/90, 07HS, SUN, FL=8.39, 70 PTOS
 6 0.38670 7.02 56
 0.23534 -0.00923 8.56847
 35.81179 7.40712 4.05552 1.55005 0.64602 0.64833
 19.44978 65.51652 -20.35931 -46.21096 32.77084 -39.53978

24 COXA DIREITA

LL08C, CORRIDA NUM.24, 09/12/90, 08HS, SUN, FL=8.39, 74 PTOS
 6 0.43284 8.00 60
 0.15669 0.05118 8.24842
 33.98665 7.02436 3.52456 1.09418 1.33270 0.25996
 -63.70283 84.45341 83.44991 -8.24131 -25.70573 -72.24506

25 COXA DIREITA

LM13A, CORRIDA NUM.25, 12/12/90, 13HS, SUN, FL=8.29, 68 PTOS
 6 0.32936 13.47 54
 0.17113 0.04686 8.70060
 36.58307 7.63118 3.36291 0.97763 0.90794 0.42445
 86.79935 19.64649 12.60403 38.77968 12.31893 -74.73840

26 COXA DIREITA

LM14C, CORRIDA NUM.26, 12/12/90, 14HS, SUN, FL=8.29, 75 PTOS
 6 0.34197 14.00 61
 0.26568 -0.00126 8.34819
 33.05948 8.51708 3.17263 0.60764 0.14498 0.39734
 -24.37549 -14.76684 27.99293 -87.98584 -52.95773 35.35727



1 X JOELHO DIREITO
 LA16A, CORRIDA NUM.01, 19/09/90, 16HS, SUN, FL=9.13, 55 PTOS
 6 1.11974 16.50 40
 -3.42757 4.11727 8.95190
 13.87482 1.29299 1.43812 0.46535 0.12894 0.08244
 -63.11448 -63.79749 -63.00952 -8.46523 -51.67358 -69.55907

2 X JOELHO DIREITO
 LA17C, CORRIDA NUM.02, 09/09/90, 17HS, SUN, FL=9.13, 41 PTOS
 6 1.34227 17.17 26
 -3.48774 4.28462 9.31534
 13.23938 1.52122 1.94436 0.86353 0.53191 0.48776
 -44.41250 -43.18550 -2.55174 -70.28723 -54.23693 -12.31201

3 X JOELHO DIREITO
 LB07A, CORRIDA NUM.03, 22/09/90, 07HS, SUN, FL=9.16, 64 PTOS
 6 7.15866 7.02 49
 -3.51291 3.59346 8.65202
 13.11127 1.49679 1.40293 0.36380 0.77556 0.97168
 63.60949 59.69085 1.73241 4.65783 -44.75893 78.99902

4 X JOELHO DIREITO
 LB08C, CORRIDA NUM.04, 22/09/90, 08HS, SUN, FL=9.16, 66 PTOS
 6 1.45201 8.00 51
 -3.19017 3.27491 9.45228
 11.33073 2.03253 0.83475 0.12014 0.36492 0.19641
 4.35252 84.54095 -37.52879 -48.07494 -25.57163 26.42437

5 X JOELHO DIREITO
 LC17A, CORRIDA NUM.05, 26/09/90, 17HS, SUN, FL=9.16, 68 PTOS
 6 0.97046 17.25 53
 -3.75374 3.43080 10.59093
 11.49227 1.92045 0.95986 0.11730 0.14755 0.15927
 4.78492 88.41972 -40.21879 -0.58292 -0.05634 -25.75425

6 X JOELHO DIREITO
 LC18C, CORRIDA NUM.06, 26/09/90, 18HS, SUN, FL=9.16, 81 PTOS
 6 2.65324 18.00 66
 -3.53964 2.65762 10.15056
 9.46257 2.22042 0.64367 0.17688 0.29183 0.18211
 8.06871 -76.63673 -16.85718 -84.92405 7.36549 20.70738

7 X JOELHO DIREITO
 LD12A, CORRIDA NUM.07, 29/09/90, 12HS, SUN, FL=9.09, 73 PTOS
 6 0.61902 12.15 58
 -3.54849 3.11954 8.84711
 11.51863 2.05962 1.00615 0.36130 0.32237 0.09083
 -23.59190 27.98621 63.95015 53.59982 14.59272 34.63175



8 X JOELHO DIREITO
 LD13C, CORRIDA NUM.08, 29/09/90, 13HS, SUN, FL=9.09, 71 PTOS
 6 0.69339 13.05 56
 -3.54562 3.12809 8.92716
 10.92944 1.69664 1.05668 0.23875 0.36344 0.08468
 79.90531 58.07706 3.98832 51.53589 15.43867 27.64462

9 X JOELHO DIREITO
 LE13A, CORRIDA NUM.09, 06/10/90, 13HS, SUN, FL=8.82, 78 PTOS
 6 2.37207 13.10 63
 -3.41829 2.93944 8.61490
 11.44025 1.69346 1.22077 0.32239 0.25431 0.08640
 0.12250 66.44536 -51.99547 -24.09869 -28.87093 -6.47854

10 X JOELHO DIREITO
 LE14C, CORRIDA NUM.10, 06/10/90, 14HS, SUN, FL=8.82, 67 PTOS
 6 2.21228 14.00 52
 -3.80091 3.50073 8.99497
 11.95659 1.17213 1.05637 0.29061 0.30276 0.11603
 -24.91411 26.01476 47.78386 6.42853 -15.36401 -14.20210

11 X JOELHO DIREITO
 LF11A, CORRIDA NUM.11, 13/10/90, 11HS, SUN, FL=8.71, 55 PTOS
 6 1.44666 11.00 40
 -3.80903 4.20233 9.87658
 12.42627 1.50409 1.32923 0.53836 0.24133 0.21773
 79.18768 37.72205 -16.98519 29.96489 -61.06647 -76.62614

12 X JOELHO DIREITO
 LF12C, CORRIDA NUM.12, 13/10/90, 12HS, SUN, FL=8.71, 64 PTOS
 6 7.24161 12.00 49
 -3.79530 3.72027 9.76070
 12.44432 2.79725 0.86336 0.39329 0.11251 0.15100
 30.35419 -77.10197 69.37598 -63.17839 -55.95619 -15.72602

13 X JOELHO DIREITO
 LG09A, CORRIDA NUM.13, 10/11/90, 09HS, SUN, FL=8.39, 63 PTOS
 6 1.51297 9.03 48
 -3.40448 3.59645 9.12486
 12.41127 1.68887 1.46317 0.31621 0.17395 0.26354
 -36.33869 -16.74952 1.94521 -59.51665 -84.91947 -14.05979

14 X JOELHO DIREITO
 LG10C, CORRIDA NUM.14, 10/11/90, 10HS, SUN, FL=8.39, 62 PTOS
 6 0.56153 10.00 47
 -3.10519 3.44617 8.78959
 12.22454 1.62775 1.07457 0.49665 0.35320 0.04069
 -87.76180 75.98816 45.15792 88.49796 40.36643 8.00949



15 X JOELHO DIREITO
 LH17A, CORRIDA NUM.15, 21/11/90, 17HS, SUN, FL=8.40, 66 PTOS
 6 1.56807 17.07 51
 -3.49966 3.49876 8.99849
 11.99243 0.95310 1.58811 0.26829 0.16262 0.07072
 -30.98989 15.10068 49.49413 14.00500 1.15732 18.47779

16 X JOELHO DIREITO
 LH18C, CORRIDA NUM.16, 21/11/90, 18HS, SUN, FL=8.40, 80 PTOS
 6 0.72007 18.00 65
 -3.44792 3.30522 8.82257
 11.32955 1.64702 1.10790 0.33532 0.25826 0.02693
 -49.49018 -7.74113 -0.19725 -27.70422 -47.23985 -88.28041

17 X JOELHO DIREITO
 LI08A, CORRIDA NUM.17, 25/11/90, 08HS, SUN, FL=8.45, 67 PTOS
 6 3.85074 8.00 52
 -3.39959 3.41906 8.55143
 11.50377 2.13750 0.97209 0.60574 0.13517 0.34270
 47.45589 -12.30106 86.11323 78.53748 32.82004 -76.04639

18 X JOELHO DIREITO
 LI09C, CORRIDA NUM.18, 25/11/90, 09HS, SUN, FL=8.45, 73 PTOS
 6 0.27546 9.00 58
 -3.61690 3.21004 8.39019
 11.28895 2.17820 1.18900 0.52934 0.16196 0.11750
 -34.74100 3.79467 7.63356 -55.52507 -73.18634 6.03389

19 X JOELHO DIREITO
 LJ18A, CORRIDA NUM.19, 28/11/90, 18HS, SUN, FL=8.59, 58 PTOS
 6 2.29896 18.12 43
 -3.22525 3.75685 8.65176
 13.37698 1.76773 1.30180 0.12680 0.33068 0.25187
 -39.10510 -4.29487 -0.33035 -21.05086 68.10868 -0.18155

20 X JOELHO DIREITO
 LJ19C, CORRIDA NUM.20, 28/11/90, 19HS, SUN, FL=8.59, 64 PTOS
 6 1.42166 19.00 49
 -3.39616 3.40156 8.60461
 12.93493 1.71233 1.42893 0.44028 0.31684 0.02622
 23.32471 -75.31434 18.88936 21.50387 69.42465 45.80160

21 X JOELHO DIREITO
 LK14A, CORRIDA NUM.21, 05/12/90, 14HS, SUN, FL=8.39, 67 PTOS
 6 2.18243 14.00 52
 -3.12110 3.47750 8.72842
 12.63833 1.97131 1.51755 0.42395 0.22940 0.35721
 -48.65067 -33.44914 -14.03294 85.79896 44.88835 -20.47472



22 X JOELHO DIREITO

LK15C, CORRIDA NUM.22, 05/12/90, 15HS, SUN, FL=8.39, 68 PTOS

6	1.47447	15.00	53			
	-3.33884	3.17726	8.36790			
	12.31709	1.43666	1.42222	0.18022	0.33996	0.22635
	-55.49774	-40.59292	-57.43821	24.53842	43.75317	75.79582

23 X JOELHO DIREITO

LL07A, CORRIDA NUM.23, 09/12/90, 07HS, SUN, FL=8.39, 70 PTOS

6	1.70801	7.02	55			
	-3.23791	3.24100	8.60105			
	12.72246	1.85016	1.17125	0.35007	0.35314	0.24482
	17.39233	86.18847	-7.92144	-27.54446	40.67848	-52.15158

24 X JOELHO DIREITO

LL08C, CORRIDA NUM.24, 09/12/90, 08HS, SUN, FL=8.39, 74 PTOS

6	2.69311	8.00	59			
	-3.45731	3.08178	8.27850			
	12.49439	1.92082	1.03132	0.43821	0.31346	0.13840
	-72.25076	-63.53595	-86.00211	-22.74069	-40.01031	42.46742

25 X JOELHO DIREITO

LM13A, CORRIDA NUM.25, 12/12/90, 13HS, SUN, FL=8.29, 68 PTOS

6	0.72973	13.47	53			
	-3.28740	3.26733	8.69896			
	12.63445	2.13948	0.87465	0.41337	0.24401	0.14992
	85.24837	53.99615	24.90450	77.90903	23.14709	-3.61608

26 X JOELHO DIREITO

LM14C, CORRIDA NUM.26, 12/12/90, 14HS, SUN, FL=8.29, 75 PTOS

6	2.96505	14.00	60			
	-3.38881	2.98758	8.35441			
	10.80451	2.70371	0.88296	0.43079	0.22049	0.10017
	-29.13093	8.46127	28.64519	17.05531	13.33528	-67.27278

ARQUIVO DOS DADOS DAS CORRIDAS

PERNA ESQUERDA - 6 HARMONICAS

1=NC	2=HS	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3.	7.02	53.384	0.282	0.078	0.070	0.012	0.004	5.644	36.713	58.375	9.275	-14.116	53.847
23.	7.02	55.780	0.311	0.060	0.046	0.010	0.009	-41.603	34.628	51.103	-170.285	-109.226	-86.788
4.	8.00	47.212	0.299	0.075	0.045	0.006	0.005	-65.120	42.739	-119.692	-144.985	-28.845	-17.185
17.	8.00	51.451	0.351	0.070	0.035	0.020	0.005	-17.672	27.521	54.589	8.483	2.572	17.867
24.	8.00	50.155	0.365	0.053	0.046	0.016	0.008	53.669	-155.409	-119.328	-168.761	28.024	19.810
18.	9.00	50.661	0.387	0.055	0.042	0.010	0.003	80.511	-157.297	36.228	9.041	34.016	159.587
13.	9.03	50.924	0.312	0.055	0.053	0.016	0.007	73.137	-149.230	69.225	17.371	-7.027	-87.352
14.	10.00	53.036	0.308	0.070	0.067	0.012	0.011	37.301	-148.802	-119.773	-165.746	122.323	-175.821
11.	11.00	56.967	0.299	0.053	0.042	0.021	0.004	5.269	28.105	58.369	-18.247	-6.349	-86.021
12.	12.00	50.268	0.311	0.076	0.037	0.015	0.004	-36.537	25.241	54.247	171.781	147.586	-148.292
7.	12.15	47.365	0.333	0.064	0.043	0.006	0.005	89.989	-147.729	49.673	32.469	-5.254	121.410
8.	13.05	47.527	0.346	0.068	0.037	0.003	0.011	11.842	31.306	-120.717	31.561	-46.229	-37.015
9.	13.10	43.872	0.401	0.052	0.043	0.016	0.007	-65.240	-152.983	-132.909	-160.416	-15.711	116.364
25.	13.47	49.830	0.363	0.064	0.048	0.016	0.003	26.894	28.836	-110.164	-162.311	-171.008	-111.427
10.	14.00	49.981	0.344	0.059	0.045	0.013	0.006	-77.149	-153.363	-133.202	4.154	-37.420	-177.196
21.	14.00	50.923	0.350	0.052	0.039	0.014	0.006	70.997	-152.007	63.538	21.823	5.006	-143.030
26.	14.00	48.466	0.370	0.052	0.030	0.016	0.006	81.139	-154.273	63.289	8.623	10.055	-78.634
22.	15.00	50.164	0.369	0.050	0.032	0.015	0.012	58.993	-153.607	-145.520	-172.268	68.534	82.200
1.	16.50	65.068	0.257	0.054	0.064	0.011	0.001	57.002	-141.113	-144.112	174.725	54.814	-12.817
15.	17.07	58.123	0.303	0.052	0.055	0.011	0.003	88.732	-143.435	53.353	7.837	-119.083	-174.477
2.	17.17	64.474	0.240	0.084	0.049	0.014	0.011	58.981	-129.927	-137.249	-179.334	112.698	13.265
5.	17.25	68.163	0.265	0.056	0.034	0.007	0.010	-59.158	57.944	-108.845	-159.282	-35.641	23.115
6.	18.00	37.568	0.379	0.060	0.012	0.009	0.006	-58.757	-152.888	-94.845	-105.415	-26.408	-62.218
16.	18.00	51.704	0.344	0.048	0.040	0.004	0.000	74.884	-150.661	50.237	12.704	14.534	-97.142
19.	18.12	57.792	0.308	0.063	0.040	0.017	0.006	82.977	-148.287	43.229	-4.192	10.509	-170.699
20.	19.00	51.034	0.345	0.080	0.047	0.022	0.009	-41.682	27.246	55.163	-165.068	160.033	-164.008

- NC = número da corrida
- HS = horário solar da corrida
- COL 3= AMP 1ª HARM (graus)
- COL 4= AMP 2ª/1ª HARM (graus)
- COL 5= AMP 3ª/1ª HARM (graus)
- COL 6= AMP 4ª/1ª HARM (graus)
- COL 7= AMP 5ª/1ª HARM (graus)
- COL 8= AMP 6ª/1ª HARM (graus)
- COL 9= PHI 1ª HARM (graus)
- COL 10= PHI 2ª-2ª1ª HARM (graus)
- COL 11= PHI 3ª-3ª1ª HARM (graus)
- COL 12= PHI 4ª-4ª1ª HARM (graus)
- COL 13= PHI 5ª-5ª1ª HARM (graus)
- COL 14= PHI 6ª-6ª1ª HARM (graus)

ANEXO IV
 ARQUIVO ORDENADO DOS PARÂMETROS AJUSTADOS