

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**"DESENVOLVIMENTO DO SALTAR À HORIZONTAL: UMA
ANÁLISE TOPOLÓGICA"**

JOSÉ ANGELO BARELA



Porto Alegre

1992

**"DESENVOLVIMENTO DO SALTAR À
HORIZONTAL: UMA ANÁLISE TOPOLÓLICA"**

JOSÉ ANGELO BARELA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

ORIENTADOR: Prof. Dr. RICARDO D. S. PETERSEN

CO-ORIENTADOR: Profa. Dra. ANA MARIA PELLEGRINI

Porto Alegre/RS

Mai/1992

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **Ricardo Petersen** pela confiança, amizade e orientação;

À Profa. Dra. **Ana Maria Pellegrini** pela colaboração e co-orientação;

Às **crianças e adultos** que participaram como sujeitos deste estudo;

Aos integrantes do **Laboratório de Desenvolvimento e Aprendizagem Motora (LABORDAM)** do Departamento de Educação Física, IB, UNESP - Rio Claro/SP;

Aos **amigos e funcionários** do Departamento de Educação Física, IB, UNESP - Rio Claro, especialmente ao Aurélio, Ana Elisa, Patrícia e Tatiana;

Aos **amigos e funcionários** da Secretaria de Pós-graduação da Escola Superior de Educação Física, UFRGS - Porto Alegre/RS;

Aos professores que compuseram a Banca Examinadora: **Dr. Ricardo D. S. Petersen**, professor da Escola Superior de Educação Física da UFRGS, Porto Alegre/RS; **Dr. Juan José Mouriño Mosquera**, professor Livre Docente da PUC e UFRGS, Porto Alegre/RS e; **Dra. Maria Eunice Quilici Gonzales**, professora do Departamento de Filosofia da UNESP, Campus de Marília/SP;

Aos amigos do Pólo Computacional da UNESP, nas pessoas de **Ari, Sueli, Lázaro e Edemilson**;

Às **funcionárias e amigas das bibliotecas** da ESEF-UFRGS e do Instituto de Biociências da UNESP;

Aos **amigos e amigas**, que sempre sinto saudade, de Porto Alegre;

Ao meu **pai, mãe e irmãos "postiços"**, os quais nunca esquecerei;

À **você Ana** que me revelou o mais belo dos sentimentos;

Meu sincero obrigado.

Dedico aos meus pais pela
confiança e
total liberdade.

ÍNDICE

I - INTRODUÇÃO.....	01
II - REVISÃO DA LITERATURA.....	06
2.1- O Padrão Fundamental Saltar.....	06
2.2- Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos no Desenvolvimento e Controle dos Movimentos.....	13
2.2.1- As Influências da Psicologia Ecológica.....	14
2.2.2- Os Problemas Levantados por Bernstein.....	16
2.2.3- Desenvolvimento Motor.....	17
2.2.4- Invariância da Organização Temporal Relativa.....	19
2.2.5- Coordenação e Controle dos Movimentos.....	21
2.3- Análise Topológica do Movimento.....	25
III - METODOLOGIA.....	28
3.1- Sujeitos.....	28
3.2- Procedimentos.....	29
3.3- Decodificação e Tratamento dos Dados.....	30
3.4- Tratamento Estatístico.....	35
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1- Análise das Trajetórias.....	38
4.2- Restrições Internas.....	40
4.3- Restrições Externas.....	44
V - CONCLUSÃO.....	49
VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

RELAÇÃO DE TABELAS

- TABELA 01** - Idade, peso, estatura, comprimento dos membros inferiores e distância saltada (concreto e areia) (n=21)..... 36
- TABELA 02** - Média (X) e Desvio Padrão (S) dos ângulos de fase de cada segmento nos momentos de reversão, piso de concreto..... 44
- TABELA 03** - Média (X) e Desvio Padrão (S) dos ângulos de fase de cada segmento nos momentos de reversão, no piso de areia..... 46
- TABELA 04** - Diferença das médias dos ângulos de fase de cada segmento nos momentos de reversão (valores do piso de concreto menos valores do piso de areia)..... 47

RELAÇÃO DE FIGURAS

- FIGURA 01** - Convenção do cálculo dos ângulos dos segmentos da perna (0 1) e da coxa (0 2) com o plano horizontal..... 31
- FIGURA 02** - Convenção da elaboração dos retratos de fase, no eixo "X" projetada a posição angular e no eixo "Y" a velocidade angular..... 32
- FIGURA 03** - Retrato de fase com os valores normalizados e convenção do cálculo do ângulo de fase (0 3)..... 33
- FIGURA 04** - Gráfico da posição angular e apontamento da ocorrência das reversões. (*) Primeira reversão e (**) Segunda reversão. O gráfico mostrado acima refere-se a posição angular da perna..... 34
- FIGURA 05** - Órbitas atrativas dos segmentos da perna (A) e coxa (B), na realização do saltar, piso de concreto..... 37
- FIGURA 06** - Ângulo de fase da perna e da coxa, ao longo do salto, piso de concreto..... 41

- FIGURA 07** - Ângulo de fase dos segmentos da perna e da coxa no momento da primeira reversão da perna (A), segunda reversão da perna (B), primeira reversão da coxa (C), segunda reversão da coxa (D), piso de concreto..... 43
- FIGURA 08** - Ângulo de fase dos segmentos da perna e da coxa no momento da primeira reversão da perna (A), segunda reversão da perna (B), primeira reversão da coxa (C), segunda reversão da coxa (D), piso de areia..... 45

RELAÇÃO DE ANEXOS

ANEXO 01 - Órbitas atrativas dos segmentos da perna e da coxa, na realização do saltar, piso de concreto.....	59
ANEXO 02 - Ângulos de fase dos segmentos da perna e da coxa, piso de concreto.....	70
ANEXO 03 - Órbitas atrativas dos segmentos da perna e da coxa, na realização do saltar, piso de areia.....	76
ANEXO 04 - Ângulos de fase dos segmentos da perna e da coxa, piso de areia.....	87



RELAÇÃO DE APÊNDICES

- APÊNDICE 01** - Valores dos ângulos de fase dos segmentos da perna e da coxa, nas quatro reversões e nos dois tipos de piso..... 93
- APÊNDICE 02** - Análise de Variância dos ângulos de fase dos dois segmentos nas quatro reversões, em função dos grupos e em função dos dois pisos..... 97

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a organização espaço-temporal dos segmentos da perna e da coxa no saltar à horizontal, verificando as influências do organismo e do ambiente (dois tipos de piso: concreto e areia). Participaram do estudo 21 sujeitos, 3 de cada faixa etária: 4, 5, 7, 9, 11, 13 e adulta ($X=19$ anos de idade). Os sujeitos foram filmados realizando o saltar à horizontal com marcas desenhadas no centro das articulações do tornozelo, joelho e quadril. Estes pontos foram digitalizados e processados obtendo a posição e velocidade angular dos segmentos da perna e da coxa. A partir da posição e velocidade angular foi possível delinear os gráficos dos atratores (retratos de fase) e calcular os valores dos ângulos de fase para cada segmento, durante a realização da tarefa. Duas reversões para cada segmento, na posição angular, foram identificadas e nestes momentos os valores dos ângulos de fase foram capturados. Analisando as trajetórias dos retratos de fase verificou-se que os segmentos da perna e da coxa apresentaram um conjunto específico de características topológicas, na realização do saltar à horizontal. A análise dos valores dos ângulos de fase, nas duas reversões, indicou que ao longo das faixas etárias e nos dois tipos de piso os segmentos da perna e da coxa apresentaram organização espaço-temporal semelhante, indicando coordenação invariante.

Palavras Chaves: Sistemas Dinâmicos, controle, coordenação e salto horizontal.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to identify the space-temporal organization of the thigh and shank segments in the standing long jump, and to verify the organismic and environmental (two kinds of pavement: concrete and sand) influences on performance. Twenty one subjects, three of each age 4, 5, 7, 9, 11, 13 and adults ($X=19$ years old), were recorded performing the standing long jump with marks on the joint centers of the ankle, knee and hip. These points were digitalized and processed to obtain angular position and velocity of the shank and of the thigh. From angular position and velocity were delineated and phase angle values were calculated for each segment during task performance. Two reversals for each segment, in the position angular, were identified and phase angle values were captured. The analysis of phase portrait trajectories showed that shank and thigh have a specific topological set. Based on the analysis of angle phase values, in two reversal moments, it was verified that, across ages and in two kinds of surfaces, shank and thigh segments have the same space-temporal organization, showing invariant coordination.

Key words: Dynamic Systems, control, coordination and standing long jump.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar la organización espacio temporal de los segmentos de la perna y de la coxa al saltar horizontalmente verificando las influencias del organismo y del ambiente (dos tipos de piso: cemento y arena). Participaron del estudio 21 sujetos, 3 de cada clase de edad: 4, 5, 7, 9, 11, 13 y adulta ($X=19$ años de edad). Los sujetos fueron filmados realizando el salto horizontal con marcas dibujadas en el centro de las articulaciones del tobillo, rodilla e anca. Estos puntos fueron digitalizados y procesados obteniendo la posición y velocidad angular de los segmentos de la pierna y de la coxa. A partir de la posición y velocidad angular fue posible delinear los gráficos de los atratores (retratos de fase) y calcular los valores de los ángulos de fase para cada segmento, durante la realización de la tarea. Dos reversiones para cada segmento, en la posición angular, fueron identificadas y en estos momentos los valores de los ángulos de fase fueron registrados. Analizando las trayectorias de los retratos de fase se verificó que los segmentos de la pierna y de la coxa presentaron un conjunto específico de características topológicas, en la ejecución del salto horizontal. El análisis de los valores de los ángulos de fase, en las dos reversiones, indicó que a lo largo de las clases de edad y en los dos tipos de piso los segmentos de la pierna y de la coxa presentaron organización espacio-temporal semejante, indicando coordinación invariante.

Palabras Claves: Sistemas dinámicos, control, coordinación y salto horizontal.

I - INTRODUÇÃO

A compreensão do desenvolvimento das habilidades motoras é, provavelmente, um dos aspectos mais intrigantes do desenvolvimento humano. Entender as primeiras tentativas de uma criança para ficar em pé, dar os primeiros passos, posteriormente correr, saltar, enfim deslocar-se no espaço por meio de várias formas de movimento é, sem dúvida, uma atividade que desafia pesquisadores do movimento humano. Estudar este processo de mudança é muito excitante e faz parte de uma área de estudo denominada de Desenvolvimento Motor.

Esta área tem suas raízes históricas em duas disciplinas, Biologia e Psicologia. Os conceitos de crescimento e desenvolvimento dos organismos vivos surgiram a partir da Biologia. A ênfase sobre desenvolvimento do comportamento humano revela a influência da Psicologia. Desenvolvimento motor pode ser definido, como sendo o estudo das mudanças no comportamento motor durante o período de vida e o processo ou processos que embasam estas mudanças (CLARK & WHITALL, 1989a).

Frente à necessidade de encontrar explicações sobre o surgimento e o desenvolvimento das habilidades motoras, os estudiosos desta área adotaram duas principais abordagens: uma que envolve a descrição dos movimentos e outra que envolve a identificação dos mecanismos básicos reguladores do movimento, que permitirão o seu entendimento.

Os primeiros estudos que buscaram elucidar questões relativas ao desenvolvimento motor, de forma sistematizada, foram realizados na década de 30. Grande

parte destes trabalhos deve-se a dois pioneiros da área ARNOLD GESELL e MYRTLE B. MCGRAW com seus respectivos trabalhos (GESELL, 1928; 1954; GESELL & THOMPSON, 1934; MCGRAW, 1935; 1940; 1969). Muito conhecimento, sobre o comportamento motor infantil, deriva do trabalho destes dois estudiosos (CLARK & WHITALL, 1989a).

Estes estudos iniciais objetivaram, principalmente, realizar descrições minuciosas de comportamentos motores e suas alterações ao longo do tempo. Os resultados eram explicados a partir de um enfoque maturacional, no qual o sistema nervoso central era considerado o único determinante do curso e da razão das mudanças nos movimentos realizados. Esta forma de se estudar o desenvolvimento motor, recentemente apoiada na teoria dos estágios, consiste da descrição observável de mudanças em habilidades motoras, à medida que elas se desenvolvem naturalmente. Mais especificamente, a teoria dos estágios tentou explicar o desenvolvimento motor, com base em uma análise qualitativa do padrão de movimento. Os estágios foram utilizados para descrever passos no processo desenvolvimental (WICKSTROM, 1983), ou o caminho característico de comportamento dentro de um sistema de ação (ROBERTON & HALVERSON, 1984).

Tendo como suporte a teoria dos estágios, muitas pesquisas foram realizadas. A grande maioria destes estudos descreveram as transformações na coordenação dos movimentos, enfocando principalmente seus padrões fundamentais. Estas descrições foram apresentadas em forma de seqüências desenvolvimentais, narrando as mudanças qualitativas que ocorrem ao longo do tempo na organização espaço-temporal das partes do corpo, na realização do movimento observado. Apesar de ser um passo necessário para entender o curso do desenvolvimento, estes trabalhos proporcionaram mais dúvidas do que elucidações (RARICK, 1982), além do que, o número de seqüências validadas com dados longitudinais é, infelizmente, pequeno (ROBERTON, 1986). Todavia, o estudo de seqüências desenvolvimentais tem demonstrado que existe uma ordenação, forma legítima na qual as habilidades motoras mudam em seu padrão observável e, portanto, nos dão algumas informações de como o sistema de controle motor humano se desenvolve.

Nas últimas duas décadas, explicações baseadas na teoria dos estágios estão sendo contestadas, especialmente pela falta de um referencial teórico. Estas constatações se dão a partir de um novo entendimento deste fenômeno, apoiadas na Perspectiva dos

Sistemas Dinâmicos. Esta nova Perspectiva tem procurado estudar o desenvolvimento motor utilizando um quadro conceitual livre do determinismo maturacional e da primazia do sistema nervoso central sobre a realização de todos os movimentos. A partir da Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos, o curso e a velocidade do desenvolvimento passou a ser visto como o resultado de um complexo jogo de restrições internas e externas. De acordo com NEWELL (1985) o movimento é influenciado pelas restrições do organismo, denominadas aqui de restrições internas, e pelas restrições da tarefa e do ambiente, sendo estas duas denominadas de restrições externas. Exemplos das restrições internas ao sistema incluem força, massa corporal, altura, nível maturacional, nível de motivação, etc. As demandas da tarefa, tais como a velocidade e a precisão, bem como o contexto físico no qual os movimentos são realizados, são alguns exemplos de restrições externas.

Do ponto de vista de desenvolvimento, ocorrem mudanças na realização de tarefas motoras. O andar, o correr e o saltar, dentre outros movimentos possíveis, são obviamente, diferentes quando realizados por uma criança, que está iniciando a execução de tais movimentos, e por uma pessoa adulta. Mas o que realmente muda na realização destes movimentos, nestas duas fases mencionadas? Estas mudanças observadas no comportamento motor são freqüentemente resultados de mudanças na forma de execução dos movimentos (CLARK, PHILLIPS & PETERSEN, 1989). De acordo com os princípios da Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos, as mudanças ocorrem quando algum ponto crítico é atingido em uma ou mais das restrições internas e externas (SCHONER & KELSO, 1988), provocando uma nova organização e/ou controle na realização do movimento.

A Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos parte de uma série de princípios para explicar o controle e coordenação do movimento (KUGLER, KELSO & TURVEY, 1980; 1982). Esta abordagem dá suporte à explicação a partir de um estilo de organização, onde ordem e regulação emergem dos conjuntos de músculos e ossos, conforme eles se articulam para realizar uma ação (CLARK & WHITALL, 1989b; WHITALL, 1989). Assim, o movimento é visto como resultado de propriedades dinâmicas de um conjunto de músculos.

Um dos pressupostos desta Perspectiva é o da estrutura coordenativa, que pode ser entendida como sendo ligações entre vários músculos levando-os a atuarem como um todo, como uma unidade funcional (TULLER, TURVEY & FITCH, 1982). Desta

forma, relacionamentos invariantes são verificados entre os músculos que compõem uma estrutura coordenativa. A estrutura coordenativa é considerada um sistema dissipativo, que precisa da constante injeção de energia, pois senão o sistema pára. Esta dissipação de energia dá ao sistema uma característica não linear.

Ligações musculares são também chamadas de equações de restrições. As variáveis musculares funcionalmente ligadas por uma equação de restrição ou por um sistema de tais equações podem ser divididas em duas categorias: a) variáveis essenciais e; b) variáveis não essenciais. Variáveis essenciais estão relacionadas à coordenação, isto é, à topologia do movimento, enquanto que variáveis não essenciais estão relacionadas ao controle do movimento (KUGLER, KELSO & TURVEY, 1980). NEWELL (1985) tem sugerido que toda atividade física é definida comportamentalmente por um conjunto específico de propriedades topológicas, ou seja, por um relacionamento específico das variáveis essenciais. O melhor modelo utilizado ultimamente para estudar coordenação, devido às suas propriedades, seguindo a noção de sistemas dissipativos, é o modelo de oscilador acoplado não linear de ciclo limite (KAY, KELSO, SALTZMAN & SCHONER, 1987; KELSO, HOLT, RUBIN & KUGLER, 1981).

Contudo, muitas dúvidas persistem na elaboração teórica e comprovação empírica desta Perspectiva, que parece ser muito promissora. Por exemplo, como as mudanças das restrições internas, associadas com as mudanças desenvolvimentais, afetam estes padrões de movimento? A organização dos segmentos permanece invariante ao longo do tempo? O ambiente tem influência nesta organização?

Na tentativa de responder algumas das muitas questões existentes, no fenômeno desenvolvimentista, este estudo analisou o padrão fundamental de movimento saltar à horizontal. Especificamente, objetivou investigar a organização temporal dos dois segmentos do membro inferior (perna e coxa), nas faixas etárias de 4, 5, 7, 9, 11, 13 anos e idade adulta, verificando as influências das restrições do organismo e do ambiente. Para atingir tal objetivo três questões básicas precisam ser respondidas:

- 1) Há um conjunto de características topológicas, apresentadas pelos segmentos da perna e da coxa em diferentes faixas etárias, verificadas em função da posição e velocidade angular, inerentes ao saltar à horizontal?

2) Ocorrem mudanças na organização espaço-temporal dos segmentos da perna e da coxa, frente às variações das restrições do organismo (internas), na realização do saltar à horizontal?

3) Ocorrem mudanças na organização espaço-temporal dos segmentos da perna e da coxa, frente às variações das restrições do ambiente (externas), piso de concreto e piso de areia, na realização do saltar à horizontal?

A habilidade do saltar foi escolhida por várias razões. Primeiro, o saltar foi pouco estudado em seus aspectos de controle e coordenação; segundo, por ser uma habilidade universal, que surge por volta do segundo ano de vida (HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW & CARNS, 1961; ROBERTON & HALVERSON, 1984; WICKSTROM, 1983); e, em terceiro, o saltar é uma habilidade que requer uma concatenação complexa de forças (KEOGH & SUGDEN, 1985), havendo indicações de que sua forma muda ao longo do processo de desenvolvimento, provavelmente devido às restrições internas. Isto é melhor identificado pela proposição de várias seqüências de desenvolvimento, vinculando mudanças qualitativas do saltar à idade cronológica (CLARK & PHILLIPS, 1985; HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW & CARNS, 1961; ROBERTON & HALVERSON, 1984).

II - REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será, inicialmente realizada uma análise do padrão fundamental de movimento saltar e uma crítica aos estudos realizados sob a orientação da teoria dos estágios em desenvolvimento motor. Posteriormente, será abordada a Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos, que provocou o surgimento de novas explicações sobre desenvolvimento e controle motor.

2.1 - O padrão fundamental saltar

Algumas habilidades são consideradas filogenéticas, ou seja, são habilidades características de uma determinada espécie animal e necessárias para sua sobrevivência. A aquisição do saltar, segundo HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS (1961), dá-se de forma filogenética, pois é adquirida de forma progressiva com o passar do tempo, com o crescimento e desenvolvimento de mecanismos capazes de mobilizar as forças necessárias.

Para WICKSTROM (1983), a criança, ao desenvolver a habilidade de correr, apresenta capacidade física necessária para realizar um salto, pois o correr é uma sucessão de pequenos saltos. Tecnicamente ela satisfaz os requisitos mínimos para a realização da habilidade de saltar, porém a ação não ocorre. O referido autor explica este fato salientando que o saltar é mais difícil do que o correr, pois tem uma fase de vôo mais demorada.

As dificuldades encontradas pelo ser humano nos primeiros anos de vida para a realização do saltar justificam a importância dada ao estudo desta habilidade, necessitando assim de uma melhor compreensão de como sua aquisição ocorre. Referindo-se especificamente ao salto à distância, KEOGH e SUGDEN (1985) enfatizaram que esta habilidade é um movimento apropriado para a observação do desenvolvimento motor, pois é um movimento discreto, que requer uma somatória de forças bem coordenada para impulsionar o corpo para o alto e à frente, requerendo um controle para manter a postura, principalmente, na aterrissagem. Na execução desta habilidade observa-se considerável coordenação dos membros inferiores e de outras partes do corpo.

A adequada preparação para o início da habilidade de saltar requer que para impulsionar seu corpo, o executante, tenha mais do que a força suficiente, ele precisa ser capaz de coordenar movimentos mais elaborados, enquanto mantém o equilíbrio (WICKSTROM, 1983).

Além dos requisitos físicos, alguns aspectos psicológicos influenciam também o desenvolvimento do saltar, como confiança e coragem (WICKSTROM, 1983). Pode-se verificar uma regressão no padrão do saltar, ou uma necessidade de ajuda, quando a altura de onde a criança salta é aumentada, ou quando um novo tipo de salto é introduzido para crianças e que estão em fase de aprendizagem desta habilidade.

De maneira geral, o saltar pode ser definido como uma habilidade motora, na qual o corpo é projetado no ar, pelo empurrar de uma ou de ambas as pernas, para depois aterrissar com um ou com os dois pés (KEOGH & SUGDEN, 1985; STEWART, 1980; WICKSTROM, 1983; WILLIAMS, 1983). Nessa projeção do corpo para o ar, na fase de vôo, ou ainda na aterrissagem, pode ocorrer ajuda por parte dos braços, mas verifica-se que isto apenas acontece nos estágios mais avançados no desenvolvimento desta habilidade.

A aquisição de habilidades fundamentais, na qual o saltar está incluído, ocorre em duas fases, que são: aprendizagem e refinamento. Nestas habilidades as crianças progredem por vários níveis de execução, desde o inicial, intermediário, até alcançar o nível mais elevado de performance (STEWART & DEOREO, 1980).

As crianças mais novas, e que portanto estão em um nível inicial, não conseguem projetar o corpo para o alto, com a extensão simultânea das duas pernas. Este

padrão de movimento, pode persistir por alguns anos, pois segundo HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS (1961), o padrão mais avançado requer uma organização neuromuscular mais complexa.

As primeiras manifestações do saltar ocorrem por volta do 18^o mês de vida (HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS, 1961; WILLIAMS, 1983). Estas manifestações que não são propriamente um salto, foram verificadas quando crianças, a partir de uma plataforma (plano mais elevado), procuravam descer ao solo.

No estudo de HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS (1961), as observações foram iniciadas com crianças de 14 meses de idade, e apenas aos 18 meses, constatou-se que ocorria um período em suspensão momentânea. Um aumento na amplitude da passada, uma rápida elevação do pé de suporte, um breve período sem suporte, seguido de uma aterrissagem equilibrada com o pé da perna que estava à frente, completa o movimento inicial de saltar. Não chegava a ser um salto, mas todavia esta movimentação configurava-se como um estágio inicial, no qual mais tarde a criança chegaria a um salto.

Por volta do 21^o mês de vida, a criança começa a demonstrar sinais de incipiência do saltar com os dois pés e o início da retração da cintura escapular e braços. Inicialmente o salto é feito de maneira mais rígida. A impulsão e a aterrissagem com os dois pés somente foi observada por volta dos dois anos de idade (CRATTY, 1979; KEOGH & SUGDEN, 1985). Em seu estudo, HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS (1961) constataram o trabalho simultâneo com os dois pés, somente no 32^o mês de vida, e assim mesmo, eles descreveram como sendo mais parecido com um "hop" (movimento de saltar com impulsão em uma perna e aterrissagem sobre a mesma perna) com os dois pés do que propriamente um salto.

O primeiro salto, em que a impulsão foi realizada simultaneamente com as duas pernas, objetivando distância, foi observado por HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS (1961) no 36^o mês de idade. Este salto apresentava uma preparação inicial, na tentativa de projetar o corpo para o alto e à frente. Era acompanhado de uma retração da cintura escapular e por um movimento dos braços para trás, durante a extensão das pernas.

Os braços tem um desenvolvimento diferenciado do então observado para as pernas. Sua atuação pode ser considerada como auxiliar, pois a contribuição maior é

dada pela ação das pernas. Um dos maiores problemas, no desenvolvimento do saltar, é o ajuste do "timing" (relacionamento, ao nível de organização temporal, entre as diversas partes do corpo, que necessitam atuar conjuntamente) dos movimentos dos braços com a ação das pernas (WICKSTROM, 1975). No nível de desenvolvimento, HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS (1961) observaram que a ação das pernas, no saltar, é mais avançada do que a ação dos braços. Nos estágios iniciais do saltar, os braços não são utilizados como um todo. Mais tarde, eles são utilizados para equilibrar (estabilizar) e, finalmente para aumentar a propulsão na ação do saltar, quando acertado o "timing" dos movimentos dos braços em relação aos demais componentes. Um melhor entendimento da contribuição da ação dos braços, no saltar, poderia ser conseguido através do uso da plataforma de força (WICKSTROM, 1975), possibilitando uma avaliação cinética, ou seja, a contribuição de cada segmento corporal na realização do salto.

Na execução do salto pode-se perceber quatro fases distintas. A primeira é a fase preparatória, onde as pernas são flexionadas para exercer a força para o impulso. A segunda fase, a de propulsão, é caracterizada pelo corpo sendo impulsionado para o alto e para frente, e vai até o início da perda de contato com o solo, onde se inicia a fase aérea, ou de vôo, sem sustentação de algum apoio (terceira fase). Na aterrissagem, que constitui a quarta fase, as pernas são flexionadas para amortecer, isto é, absorver o impacto na retomada de contato do corpo com o solo.

O saltar pode ser realizado de várias maneiras, tendo uma variedade enorme de possibilidades de movimentos (STEWART, 1980; WICKSTROM, 1983), mas basicamente, duas formas distintas são mais utilizadas, o saltar à horizontal, que visa percorrer uma distância à frente; e o salto à vertical, no qual o objetivo é ganhar altura. Não é surpresa verificar que estudos do padrão saltar tenham sido direcionados para estas duas formas básicas do saltar (WICKSTROM, 1975). Apesar de terem, nas suas execuções, muitos pontos em comum, como por exemplo, as quatro fases anteriormente citadas, o salto à horizontal é mais difícil do que o salto à vertical. Esta dificuldade dá-se devido à necessidade de associar a projeção do corpo para o alto, com um ângulo de projeção do corpo à frente (WILLIAMS, 1983).

Para projetar o corpo à frente, o centro de gravidade necessita ser abaixado e deslocado à frente, na fase preparatória, provocando uma dificuldade maior para a

manutenção momentânea do equilíbrio (WILLIAMS, 1983). Esse prejuízo momentâneo no equilíbrio faz com que as crianças, principalmente as mais jovens, projetem um pé à frente do outro na fase de preparação e de propulsão. Para manter o equilíbrio, na situação de impulsão com os dois pés, é necessária uma força muscular maior do que com a impulsão com um pé, força que nos estágios iniciais as crianças não possuem.

A coordenação dos movimentos dos braços à frente com a extensão das pernas, no salto horizontal, é também mais difícil, do que no salto vertical (WILLIAMS, 1983), devido, principalmente, à complexidade na aterrissagem envolvendo a posição do tronco e das pernas na retomada do equilíbrio. No salto vertical, as pernas mantêm o mesmo relacionamento com o tronco durante a realização de todo o salto.

O salto na sua forma madura, objetivando ganhar distância, na maioria das vezes, não é dominado antes dos 6 anos de idade (WILLIAMS, 1983). Como o salto à vertical tem sua execução menos complexa do que o salto à horizontal, alguns aspectos relacionados à forma madura, são dominados mais cedo. Por volta dos 5 anos de idade muitas crianças são capazes de saltar objetivando ganhar altura, com um relativo grau de proficiência (WILLIAMS, 1983).

Algumas mudanças ocorrem, ao longo do tempo, no padrão do saltar, proporcionando assim, uma melhora na performance. O aumento verificado no agachar, na fase preparatória, proporciona um uso mais eficiente dos braços e uma extensão maior do corpo, aumentando desta forma, a possibilidade de uma melhor impulsão. Esta extensão maior do corpo, na fase propulsiva e durante a fase de vôo, requer uma flexão maior do quadril, joelho e tornozelo, o que proporcionará, na fase de aterrissagem, uma dificuldade maior na retomada do equilíbrio. Estas mudanças resultam de um aumento da força, coordenação motora e prática (WILLIAMS, 1983). Para esta autora, a criança não consegue saltar, simplesmente, por ser forte e estar com uma idade adequada. Ela necessita da prática, e esta é muito importante para o desenvolvimento do padrão saltar.

Algumas mudanças são verificadas no saltar até que se atinja o nível mais elevado de performance (HAYWOOD, 1986). Ao longo dos anos essa movimentação torna-se melhor coordenada. A força é aumentada com o aumento da massa muscular, levando a um ganho médio, na fase escolar, de 7,5 a 12,5 cm por ano para o salto horizontal e aproximadamente 5 cm por ano no salto vertical (DEOREO & KEOGH,

1980). Em um estudo para verificar diferenças entre sexo e idade, em várias habilidades motoras básicas, MORRIS, WILLIAMS, ATWATER e WILMORE (1982) não encontraram diferenças, estatisticamente significativas, entre sexos nas idades de 3 a 6 anos. Entretanto, nas idades de 3, 5 e 6 anos, os meninos tendiam a ser superiores às meninas na distância saltada. As meninas saltaram em média 43,1 cm aos 3 e, 100,3 cm aos 6 anos. Os meninos, aos 3 anos, saltaram em média 55,8 cm e, aos 6 em média 114 cm (MORRIS, WILLIAMS, ATWATER & WILMORE, 1982).

Saindo da mensuração da distância ou da altura saltada, a melhora qualitativa do saltar varia muito de criança para criança (HAYWOOD, 1986). Em geral, as mudanças que caracterizam o desenvolvimento do saltar, até atingir o padrão maduro, segundo HELLEBRANDT, RARICK, GLASSOW e CARNS, (1961); WICKSTROM (1975; 1983) e WILLIAMS (1983), são:

- maior agachamento na fase preparatória;
- um aumento e uso eficiente da ação dos braços;
- extensão maior do corpo na fase de impulsão e durante a fase de vôo;
- melhora na aterrissagem, com uma melhor estabilidade e absorção das forças;
- diminuição do ângulo na fase de impulsão (somente no salto à distância)
- aumento na flexão das pernas, durante a fase de vôo, em preparação para a aterrissagem (somente no salto à distância).

É claro que este desenvolvimento, até alcançar o nível mais elevado de performance, não ocorre de uma só vez. Muitos problemas são verificados na execução, o que torna o salto não tão eficiente, até a solução dos mesmos (HAYWOOD, 1986).

A análise qualitativa do saltar é realizada a partir do estudo do desenvolvimento da tarefa (estudo do desenvolvimento motor intra-tarefa). Nestes estudos são verificadas as mudanças que ocorrem com o controle da mesma tarefa ao longo do tempo (ROBERTON & HALVERSON, 1984). Neste tipo de análise, o saltar, bem como qualquer outra habilidade motora, é dividido em partes, denominadas de estágios, passos, ou níveis, dependendo do autor. De modo geral, o desenvolvimento dos movimentos é descrito, desde a primeira vez que a execução foi tentada, caracterizando, nesta oportunidade o padrão rudimentar de execução até que seja incorporada a maneira mais eficiente, configurando o estágio avançado.

Um problema verificado nesta forma de se estudar o desenvolvimento dos padrões motores, no qual o saltar faz parte, foi identificado por ROBERTON (1977). Nem todos os indivíduos apresentam, em termos de desenvolvimento motor como um todo, as mesmas características de mudanças de uma fase para outra, pois certos componentes em um determinado momento mudam, enquanto outros não sofrem alterações. Por exemplo, ocorre a mudança da ação das pernas, porém a ação dos braços e tronco continua a mesma. Frente a este fato, ROBERTON (1977) propôs uma outra forma de estudo, onde os componentes eram estudados separadamente.

Esta proposta baseia-se na análise dos níveis de desenvolvimento em cada um dos componentes corporais na tarefa. Quando esta divisão, por componentes, não é realizada, pode ocorrer que a classificação, em um estágio global, seja influenciada pelo segmento considerado mais importante para o observador, causando assim, uma avaliação distorcida do real desenvolvimento do indivíduo (ROBERTON, 1977).

É comum, portanto, nesta forma de análise por componentes, encontrar crianças em um estágio de desenvolvimento para o componente tronco e em outro estágio para o componente perna, caracterizando dessa forma, um desenvolvimento diferenciado para os vários componentes. Mas esta forma de análise não permite avaliar o "timing" dos movimentos dos vários componentes envolvidos. Não analisam se estes estão movimentando-se sincronizadamente. Devido a isso, na análise individual dos componentes, o resultado alcançado pode não refletir a realidade da execução como um todo. Este problema do "timing" é resolvido pelas crianças pouco a pouco (WICKSTROM, 1975) e, portanto deve ser levado em consideração na análise. Na maioria dos estudos mais recentes, a metodologia utilizada, para verificar o desenvolvimento do saltar (CLARK & PHILLIPS, 1985; HAYWOOD, 1986; ROBERTON & HALVERSON, 1984; WILLIAMS, 1983) e de outros padrões locomotores, não levaram este aspecto em consideração.

O estudo dos padrões de movimentos sente falta de um referencial teórico. Até o presente momento a grande maioria dos estudos sobre desenvolvimento motor tem sido realizada apoiando-se na teoria dos estágios. Para a determinação e descrição desses estágios, várias maneiras estão sendo utilizadas. De modo geral, os estudos sobre o saltar procuram descrever uma sequência em que esta habilidade se desenvolve. Explicações do por que da ocorrência das sequências de desenvolvimento foram associadas às mudanças,

em nível de controle do movimento, do sistema nervoso. Cada estágio motor novo substitui um estágio motor antigo, o que implica, na substituição do antigo "programa neural" por um novo "programa neural" (ROBERTON, 1978).

Algumas sequências desenvolvimentais foram, recentemente, propostas para o saltar (HAYWOOD, 1986; ROBERTON & HALVERSON, 1984; WILLIAMS, 1983), sequência apenas para a fase propulsiva do salto em distância (CLARK & PHILLIPS, 1985) e sequência para o salto vertical (WILLIAMS, 1983). Nos respectivos estudos que propuseram estas sequências, várias formas de análises foram utilizadas. A avaliação, ou a descrição dos movimentos que formam as sequências variam de acordo com cada autor. Variações, quanto à divisão que o padrão sofreu, tanto ao nível de estágios quanto ao nível de componentes, também são encontradas, deixando claro a falta de um referencial que norteie estes estudos.

Tendo em vista a falta de um referencial teórico, verificada na teoria dos estágios, outras formas de análises ou de estudos estão sendo utilizadas mais recentemente, na tentativa de responder as muitas perguntas e procurar solucionar as dúvidas existentes, relacionadas aos princípios que embasam o desenvolvimento e o controle dos movimentos, bem como os fatores que determinam o curso e a velocidade de desenvolvimento da coordenação e controle dos movimentos. Um novo paradigma, utilizando a noção de revolução científica defendida por KUHN (1989), passa a ser utilizado. Este novo paradigma é baseado no fato de que homem e ambiente estão relacionados e, portanto o estudo do homem em movimento deve levar em consideração o ambiente onde o movimento está sendo realizado. Esta nova abordagem foi inicialmente denominada de "Abordagem Ecológica", posteriormente de "Teoria da Ação" ou "Teoria da Percepção-Ação" e atualmente de "Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos".

2.2 - Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos no Desenvolvimento e Controle dos Movimentos

A Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos tem permitido aos especialistas estudar o desenvolvimento motor a partir de um quadro conceitual livre do determinismo maturacional e da primazia do sistema nervoso central. O comportamento motor observado

é considerado como sendo o resultado da interação do homem e seu meio ambiente. Esta relação é definida por características do organismo, ambiente e tarefa (NEWELL, 1985). Conforme já salientado na introdução, as características do organismo são denominadas de restrições internas, enquanto que as características da tarefa e do ambiente de restrições externas.

As restrições, presentes em toda manifestação motora, determinam os limites ou as condições para processos auto-organizáveis do sistema responsável pelo comportamento motor (CLARK, PHILLIPS & PETERSEN, 1989). Na realização de um dado movimento, restrições internas são força muscular, massa corporal, altura, dentre outras. Velocidade, precisão, etc. são restrições externas, como também o contexto físico no qual o movimento está sendo realizado. As fontes de restrições, internas e externas, são inerentes ao organismo, ambiente e tarefa (NEWELL, VAN EMMERICK & McDONALD, 1989), portanto, as mesmas devem ser levadas em consideração nos estudos acerca do desenvolvimento motor.

A partir da Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos o curso do desenvolvimento passou a ser visto, por estudiosos utilizando esta abordagem, como o resultado de um jogo complexo de restrições externas e internas, ao contrário de somente da maturação do sistema nervoso, ou o desenvolvimento de programas motores armazenados no sistema nervoso central. O *status* maturacional do sistema nervoso passou a ser visto não como o único determinante, mas como uma das muitas restrições que definem o comportamento motor (CLARK, PHILLIPS & PETERSEN, 1989). O surgimento da Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos para o estudo do comportamento motor foi influenciada pela Psicologia Ecológica, principalmente pelos trabalhos do psicólogo americano J. J. GIBSON (1966, 1979), e pelas considerações, sobre coordenação e controle, tecidas pelo fisiologista russo N. A. BERNSTEIN (1967).

2.2.1 - As Influências da Psicologia Ecológica

A Psicologia Ecológica influenciou o estudo do comportamento motor de forma a propor uma relação diferenciada entre o homem e o ambiente. O homem deve ser

entendido levando-se em consideração o ambiente que o rodeia, ou melhor, do qual ele faz parte e que, por muitas vezes, o norteia.

Neste sentido, uma nova proposta de percepção ganhou corpo, denominada de percepção direta. Este novo conceito de percepção baseia-se nas proposições de GIBSON (1966, 1979), que reformulou a noção de estímulo. Para ele, o estímulo é informação e esta informação especifica o ambiente para o animal. A informação contém padrões de estimulação de alta ordem sobre o mundo (energia estruturada) (MICHAELS & CARELLO, 1981). Portanto, para a percepção direta a estimulação específica do ambiente, não sendo necessário o processo de elaboração de estímulos por parte da cognição como é assumido na teoria de processamento de informação. Processos construtivos e interativos já não são mais necessários, uma vez que os estímulos contêm todas as informações necessárias para o devido reconhecimento do mundo.

No paradigma da percepção direta, o que se percebe são eventos e não os estímulos isolados no espaço e tempo. É assumido que eventos são unidades significativas do mundo, necessitando assim, descrever este mundo preservando sua integridade. A descrição do mundo deve ser em termos de espaço e tempo, mais precisamente, um evento não é percebido por adição de partes, mas pela detecção da continuidade destas "partes".

Com este novo conceito de estímulo e a necessidade de descrever o mundo a partir de eventos, assume-se que a percepção é simplesmente a detecção de informações (GIBSON, 1979), ou seja, perceber é um processo do sistema animal-ambiente e não só do animal. Neste sentido, um dos pressupostos do paradigma da percepção direta é a rejeição de qualquer forma de explicação baseada no dualismo animal e ambiente.

A percepção deve ser entendida a partir do estudo do animal no seu nicho ambiental (TURVEY, FITCH & TULLER, 1982), entendendo o nicho como sendo o conjunto de ofertas que o ambiente proporciona e que o animal pode usar. Portanto, o estudo da percepção, na visão de percepção direta, precisa ser o estudo do sistema animal-ambiente (FITCH & TURVEY, 1978; TURVEY & SHAW, 1979). Se o animal é o percebedor e ambiente é o que está sendo percebido, a percepção não pode ser tomada somente sobre uma das partes. Logo, o sistema animal-ambiente não pode ser desarticulado, pois um implica o outro.

Um outro aspecto, talvez o mais importante, é que a informação precisa ser considerada no contexto do animal. Precisa ser entendida no contexto de "affordance". Para GIBSON (1979), "affordance" do ambiente é o que o ambiente oferta, tanto de bom quanto de mal, ao animal. Estas ofertas possibilitam comportamentos em relação a objetos, lugares e eventos (MICHAELS & CARELLO, 1981). Em outras palavras, este tipo de informação específica, para o animal, qual ação pode ser realizada em determinado ambiente.

A estrutura e o funcionamento de um animal implicam o ambiente, e as particularidades de nicho implicam a estrutura e a atividade de seu animal (MICHAELS & CARELLO, 1981). Desta forma, um animal necessita de um ambiente particular e, um ambiente específico suporta somente certos animais. Esta reorientação quanto à percepção levou também a uma reorientação quanto à relação entre percepção e ação. A percepção e a ação não podem mais ser entendidas como duas instâncias distintas. As ações, para serem efetivas e apropriadas, precisam ser restringidas pela percepção precisa do ambiente. A informação que especifica o ambiente é a base para a ação motora. Portanto, a ação motora não deve ser entendida sem levar em consideração o ambiente, pois esta ação é especificada, em muitos aspectos, pelas informações provenientes deste meio ambiente.

2.2.2 - Os Problemas Levantados por Bernstein

Dois grandes problemas foram levantados por BERNSTEIN (1967) com respeito ao controle e coordenação dos movimentos: 1) o problema dos graus de liberdade; e 2) o problema da variabilidade condicionada ao contexto. O primeiro problema, o dos graus de liberdade, faz referência ao grande número de variáveis livres que deveriam ser reguladas na realização de qualquer movimento, mesmo os mais simples. Para que uma ação coordenada ocorresse, deveria haver primeiro uma seleção de quais variáveis deveriam ser manipuladas e, depois, deveria ocorrer especificações dos graus e tempo de manipulação destas variáveis. O referido autor considera isto como um problema, pois o número de variáveis que necessitam de regulação excede o número de variáveis que podem ser reguladas.

O segundo problema, o da variabilidade condicionada ao contexto faz referência a como é conseguida a regulação de muitos movimentos possíveis em um ambiente que varia, ou seja, como é conseguida a regulação dos movimentos em um ambiente que está mudando constantemente e influenciando esta regulação (DIROCCO, CLARK & PHILLIPS, 1987). Isto significa que a relação entre a excitação muscular e o movimento desejado é variável, e que esta variabilidade depende do contexto em que está ocorrendo o movimento (BERNSTEIN, 1967; TULLER, TURVEY & FITCH, 1982; TURVEY, FITCH & TULLER, 1982), de modo que impulsos iguais podem produzir movimentos diferentes e, impulsos diferentes um mesmo movimento (TURVEY, 1977). Esta variação na relação entre a excitação muscular e o movimento está condicionada ao contexto, ou seja, tem-se a variabilidade frente às muitas mudanças ambientais presentes no relacionamento entre estado muscular e movimento.

Qualquer teoria que vise explicar o controle e a coordenação dos movimentos precisa resolver estes dois problemas levantados por BERNSTEIN (1967). Precisa buscar explicação para o comportamento motor a partir de um estilo de organização no qual os muitos graus de liberdade do sistema estejam sendo dominados, e que tenham flexibilidade e versatilidade frente às mudanças impostas pela variação do contexto em que os movimentos estão sendo realizados.

A identificação do problema da variabilidade condicionada ao contexto, por BERNSTEIN (1967), foi o que mais influenciou no surgimento de uma nova perspectiva para os estudos da área, que está sendo denominada de Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos (CLARK & WHITALL, 1989b; ULRICH, 1989).

2.2.3 - Desenvolvimento Motor

O desenvolvimento motor do ser humano, como já foi enfatizado, foi explicado inicialmente a partir da maturação do sistema nervoso central. Ainda que a maturação do sistema nervoso central seja essencial para o desenvolvimento motor, o determinismo inerente e a causalidade imposta pela perspectiva neuro-maturacional tem sido questionada. A Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos tem oferecido um quadro

conceitual para o estudo do desenvolvimento motor livre do determinismo maturacional e da primazia do sistema nervoso central como o executor de todo movimento.

Principalmente, E. THELEN e seus colaboradores (THELEN, 1986; THELEN & FISHER, 1983; ULRICH, 1989) têm contribuído significativamente para elaborar e promover suporte para a utilização dos princípios da Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos no entendimento do surgimento e desenvolvimento de habilidades motoras, particularmente durante a infância. O pressuposto fundamental é que o desenvolvimento dos organismos se dá a partir de sistemas complexos. Comportamentos observados derivam das influências de muitos sub-sistemas em interação (ULRICH, 1989). Cada sub-sistema tem seu próprio curso de desenvolvimento, procedendo em sua própria velocidade de desenvolvimento (THELEN, 1986).

O comportamento motor observado é o resultado dos estímulos que chegam ao sistema nervoso central, dentro do contexto de restrições internas e externas (CLARK; PHILLIPS & PETERSEN, 1989). Estas restrições proporcionam os limites ou as condições para os processos de auto-organização dos comportamentos motores.

Outras abordagens sobre desenvolvimento motor, consideradas por ULRICH (1989) como tradicionais, também fazem referência às influências de muitos fatores ambientais, mas apresentando o desenvolvimento motor, por exemplo, via estágios, enfatizam uma sequência prescrita de comportamentos. Normalmente, as influências ambientais para estas abordagens apenas dão suporte ao desenvolvimento. Na Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos, influências ambientais podem gerar a progressão de desenvolvimento (ULRICH, 1989), pois estas fazem parte das restrições que definem o curso e a velocidade do desenvolvimento.

Na Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos é enfatizado que todos os sistemas contribuem para o desenvolvimento. Comportamentos observados refletem as contribuições dinâmicas e multi-dimensionais do estado maturacional (neurológico, biomecânico e psicológico), do contexto e da tarefa (THELEN, 1986). Para a mesma autora, quando muitos fatores contribuem para a manifestação de um comportamento, um ou mais fatores podem ser razão limitante. Isto é, quando dentre os vários sub-sistemas necessários para que um determinado comportamento seja manifestado, se um deles não estiver suficientemente desenvolvido, o comportamento não será manifestado. Uma criança, por

exemplo, pode possuir o substrato neural necessário para produzir a sequência apropriada de uma ação, mas pode ocorrer que ela não possua força suficiente, ou controle postural para demonstrar, sob as condições normais do ambiente, tal comportamento.

2.2.4 - Invariância na Organização Temporal

Dentre o grande número de trabalhos realizados no início da década de 70, quase que por acaso, a organização temporal de habilidades motoras começou a chamar atenção. Um dos primeiros achados ocorreu no experimento realizado por ARMSTRONG (1970) que estava interessado em investigar as diferentes técnicas de treinamento para a produção de padrões de movimentos memorizados. Na análise dos dados foi verificado que, quando a velocidade do movimento foi acidentalmente aumentada, a velocidade do movimento foi aumentada como um todo, ou seja, como uma unidade e não somente em algumas partes.

Ainda com muitas dúvidas persistindo, após trabalhos enfocando a habilidade de datilografia (GENTNER, 1982; TERZULO & VIVIANI, 1979; 1982), andar e correr (SHAPIRO, ZERNICKE, GREGOR & DIESTEL, 1981), fala (KELSO, SALTZMAN & TULLER, 1986) e várias tarefas laboratoriais (SCHMIDT, 1985), parece haver um consenso entre os pesquisadores sobre a existência de relacionamentos invariantes na organização temporal dos movimentos. Estas relações não foram entendidas claramente no momento em que o movimento era realizado, porém quando adotou-se referenciais relativos, tal como a relação do tempo de duração das partes com a duração do tempo total do movimento, invariâncias temporais foram facilmente encontradas.

Analisando a locomoção de indivíduos adultos, GRIEVE (1968) identificou um relacionamento linear entre a duração do tempo para o balanço da perna e a velocidade do andar, sugerindo uma relação invariante da organização temporal frente as diferentes velocidades. Assim, este autor sugeriu que os estudos sobre a organização do andar necessitavam de uma abordagem que enfocasse o movimento total. Os relacionamentos invariantes deveriam ser buscados ao longo de uma variedade de velocidades do movimento.

SHAPIRO, ZERNICKE, GREGOR e DIESTEL (1981) investigaram mais detalhadamente a organização temporal na locomoção humana. Cinco pessoas foram filmadas andando e correndo, variando a velocidade de 3 a 6 km/h para o andar, e de 8 a 12 km/h para o correr. A relação temporal entre as quatro fases propostas por PHILLIPSON (1905) para o ciclo da passada permaneceu a mesma dentro do andar e do correr. O tempo consumido pelas partes do ciclo da passada diminuiu consideravelmente com o aumento da passada, mas, relacionando com o tempo total de movimento, não houve mudança.

Procurando analisar a organização da passada de crianças, CLARK e PHILLIPS (1987) procuraram responder a duas questões: a) se a organização do ciclo das primeiras passadas de crianças eram similares à organização do ciclo das passadas do adulto (andar maduro); e b) quais os efeitos da velocidade sobre a organização do andar destas crianças. As fases de PHILLIPSON (1905) foram utilizadas e crianças, já aos três meses após o início do caminhar, exibiram uma organização do ciclo da passada notavelmente similar ao padrão do andar exibido por indivíduos adultos. O ciclo da passada das crianças exibiu as quatro fases de PHILLIPSON e, quando a duração de cada fase foi dividida pela duração do ciclo completo, pôde-se verificar que as fases exibiram relativamente as mesmas proporções em relação ao ciclo do andar maduro. Quando a velocidade foi variada, o ciclo da passada destas crianças foi ajustado de forma semelhante aos ajustes realizados por adultos.

Este estudo é importante uma vez que analisou a questão da invariância organizacional do ciclo da passada durante um período de tempo e, com os resultados obtidos, pode-se constatar que a organização temporal dos primeiros passos da criança se mantém praticamente a mesma ao longo da vida. Porém muitas dúvidas ainda persistem, principalmente referentes a outras habilidades fundamentais e ações realizadas no dia-a-dia.

PETERSEN (1984) observou invariância na organização temporal relativa entre os saltos horizontal e vertical, nas idades de 3, 5 e 7 anos de idade. Porém o grupo de 9 anos de idade apresentou diferenças entre os dois estilos de salto, horizontal e vertical. Para CLARK (1986) este fato poderia ser explicado pela utilização mais energética dos braços, nesta faixa etária, como foi verificado nos dados descritivos sobre o desenvolvimento do salto horizontal (CLARK & PHILLIPS, 1985). Com a atuação mais

energética dos membros superiores o sistema torna-se instável, o padrão de coordenação muda e um novo padrão emerge.

CLARK, PHILLIPS e PETERSEN (1989) analisaram a coordenação dos membros inferiores no saltar à horizontal e à vertical. Os resultados indicaram não haver diferenças no padrão do saltar à horizontal e à vertical. Examinando os dados de relacionamentos temporais, invariância foi encontrada ao longo dos grupos de 3, 5, 7, 9 anos e adultos e entre os saltos horizontal e vertical. Parece que as restrições internas, associadas à idade, e as externas, associadas aos estilos de saltos vertical e horizontal, não alteraram a estabilidade do saltar. Porém novos estudos necessitam ser realizados para desvendar melhor o desenvolvimento da habilidade do saltar contribuindo assim para um melhor entendimento do desenvolvimento motor.

A ocorrência de invariância na organização temporal relativa, frente às mudanças internas, identificadas aqui como as alterações corporais que ocorrem nos indivíduos durante o processo de crescimento, é um dos pontos mais significativo no estudo sobre coordenação (KELSO, PUTMAN & GOODMAN, 1983). Invariância nos relacionamentos de segmentos corporais, frente às mudanças das restrições, poderia evidenciar que estas variações das restrições não provocaram uma reorganização do sistema. Por outro lado, mudanças na organização temporal podem sugerir que o sistema é sensível às mudanças destas restrições.

2.2.5 - Coordenação e Controle dos Movimentos

Duas visões básicas de controle motor têm sido usadas para explicar a invariância da organização temporal relativa na locomoção e em outras habilidades. A visão que foi a mais aceita, até pouco tempo atrás, foi a dos programas motores generalizados proposta por SCHMIDT (1980; 1985). Este autor hipotetizou que invariantes são aspectos de um programa motor, armazenado na memória, que não mudam. Quando se faz necessário, o executor requisita o programa motor, interage com as informações do momento em que o movimento vai ser realizado, e então dá-se a realização da ação motora. Outros parâmetros no programa motor são variáveis. Dentre os parâmetros sustentados por SCHMIDT (1985) como invariantes está o tempo relativo das partes do

movimento. SHAPIRO, ZERNICKE, GREGOR e DIESTEL (1981) adotaram esta posição para explicar a invariância do tempo relativo encontrada no andar e correr.

Neste tipo de explicação, os movimentos, ou melhor os programas motores para execução dos movimentos, são armazenados na memória. O sistema nervoso central faz a interação deste programa com o momento real de realização do movimento, tendo, assim a primazia sobre todo movimento realizado. Ou seja, todo o movimento realizado depende basicamente do sistema nervoso central.

TURVEY (1977) e TURVEY, FITCH e TULLER (1982) levantaram vários problemas relacionados a este tipo de explicação de controle motor. Estes autores apoiaram-se nos pressupostos levantados por BERNSTEIN (1967) e por MICHAELS e CARELLO (1981), que identificaram este tipo de explicação como sendo de controle hierárquico de movimentos, devido à supremacia do sistema nervoso central sobre os demais níveis de controle. MICHAELS e CARELLO (1981) acabaram afirmando que a explicação sobre controle motor, baseada na supremacia do sistema nervoso central, é praticamente impossível, principalmente quando se leva em consideração a variabilidade do contexto em que os movimentos são realizados. A questão que permanece é como o programa motor, armazenado na memória, é ajustado no desenrolar do movimento às circunstâncias que envolvem esta ação?

Uma outra visão para explicar o controle motor está sendo formulada a partir dos pressupostos da Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos. Um dos pressupostos básicos desta visão é a noção de estrutura coordenativa, já definida anteriormente. A proposta de estrutura coordenativa (KUGLER, KELSO & TURVEY, 1980; 1982; TULLER, TURVEY & FITCH, 1982) traz implícita um relacionamento invariante entre a ação dos músculos envolvidos em uma determinada tarefa. A característica de uma estrutura coordenativa é que a relação temporal entre os músculos é preservada invariante, mesmo com mudanças na magnitude da atividade em componentes individuais (KELSO, PUTMAN & GOODMAN, 1983). Os movimentos coordenados exibem uma invariância relacional sobre a mudança métrica (FITCH, TULLER & TURVEY, 1982), ou seja, exibem um relacionamento fixo entre as variáveis do sistema, porém estas variáveis podem assumir diferentes valores absolutos.

KUGLER, KELSO e TURVEY (1980) categorizaram as variáveis envolvidas na realização dos movimentos de não essenciais (variáveis de controle) e essenciais (variáveis de coordenação). As variáveis não essenciais ou de controle não alteram o padrão de coordenação, de modo que mesmo quando estas variáveis são alteradas, a forma do movimento não muda. As variáveis que determinam e/ou influenciam o padrão (forma) do movimento são as denominadas variáveis essenciais ou de coordenação. Especificamente, as variáveis essenciais determinam as características topológicas dos membros e corpo, sendo que, cada habilidade é definida comportamentalmente por um conjunto único de propriedades topológicas. A verificação das características topológicas de movimentos foi praticamente restringida às atividades cíclicas. Porém, o conjunto de características topológicas, específicas de cada atividade, emerge tanto para atividades cíclicas quanto para atividades discretas (NEWELL, 1985).

O padrão de coordenação, definido a partir das variáveis que dão forma ao movimento, emerge das restrições do movimento (KELSO, SALTZMAN & TULLER, 1986). Por exemplo, quando no andar a velocidade é aumentada, o padrão continua o mesmo, mantendo uma invariância na organização temporal relativa. Mas, se a velocidade tiver que ser aumentada para além de um ponto crítico na organização da tarefa, um novo padrão emergirá, e neste caso o saltitar, o correr ou um outro padrão. A velocidade é, portanto, uma restrição da tarefa. Em um momento inicial, a velocidade afeta apenas as variáveis de controle, quando o mesmo padrão de movimento é mantido (a organização temporal relativa não foi alterada) e, mais tarde, provoca alterações nas variáveis de coordenação, levando à emergência de um novo padrão motor, por exemplo, o correr, caracterizado por uma outra organização temporal.

Estas formulações foram baseadas na proposta de BERNSTEIN (1967) que definiu coordenação como sendo o processo de dominação dos graus de liberdade redundantes de um membro corporal, ou em outras palavras, sua conversão à um sistema controlável. Assim sendo, coordenação é o processo de organização do aparelho motor, permitindo o controle (NEWELL, 1985). A partir desta definição de coordenação, KUGLER, KELSO e TURVEY (1980) sugeriram uma distinção entre os termos coordenação e controle:

- **coordenação** é um processo cuja função restringe as variáveis livres dentro de uma unidade comportamental. A base desta função é uma série de variáveis: (A, B, C, ... X, Y, Z). Essas variáveis podem ser restringidas dentro de uma função de coordenação: $f(A, B, C, \dots X, Y, Z)$.

- **controle** é o processo pelo qual valores são designados para as variáveis na função, isto é, a parametrização da função: $f(A_i, B_j, C_k, \dots X_r, Y_s, Z_t)$.

A coordenação é, portanto, o processo de organização da estrutura coordenativa. Na locomoção, por exemplo, a organização da passada pode ser vista como uma estrutura coordenativa. Para atingir o objetivo da locomoção ereta, os músculos de um membro necessitam ser restringidos para agirem como uma unidade (estrutura coordenativa intra-membro). Da mesma forma, os músculos entre os dois membros inferiores são restringidos para agirem também como uma unidade, isto é, uma estrutura coordenativa inter-membros (CLARK & WHITALL, 1989b).

As estruturas coordenativas não são representadas (armazenadas) em algum lugar, pelo contrário, elas são obtidas a partir da organização do sistema motor para que seja possível controlá-lo. Elas foram identificadas como estruturas dissipadoras de energia por KUGLER, KELSO e TURVEY (1980), para sustentar o argumento de que a sua organização e regulação temporal não necessitam ser determinadas por um monitoramento extrínseco.

O melhor modelo que tem sido utilizado para prever coordenação, seguindo a noção de sistemas dissipativos, é o modelo de osciladores acoplados não lineares de ciclo-limite (KAY, KELSO, SALTZMAN & SCHONER, 1987; KELSO, HOLT, RUBIN & KUGLER, 1981). Osciladores de ciclo limite são sistemas que "balançam" mas tem um ciclo preferido ou órbita atrativa à qual suas trajetórias tendem a convergir.

Osciladores ciclo de limite têm três propriedades: a) entrelaçamento; b) bloqueio de fase e; c) estabilidade estrutural (KAY, KELSO, SALTZMAN & SCHONER, 1987; KELSO, HOLT, RUBIN & KUGLER, 1981). Entrelaçamento descreve a interação entre dois ou mais osciladores não lineares. Quando dois osciladores são acoplados, o período de cada um é igualado ao período do outro, apresentando uma razão independente do período natural de qualquer um dos dois osciladores. Bloqueio de fase refere-se a propriedade dos osciladores de ciclo limite, em que certos modos de fase são mais atrativos

ou estáveis. Um oscilador de ciclo limite também tem a propriedade de manutenção da estabilidade estrutural, despistando pequenas perturbações ocorridas em sua fase preferida, reentrando e bloqueando a fase para o modo estável mais próximo após ter enfrentado uma perturbação.

Estas três propriedades de osciladores não lineares de ciclo limite parecem satisfazer os requerimentos de um estilo de organização a partir das estruturas coordenativas (CLARK & WHITALL, 1989b), como a que aparece por exemplo, na locomoção. O suporte para tal afirmativa se dá primeiro, como um modelo, relacionamentos específicos são preditos entre os membros, tal que, o comportamento de um membro (a perna, no caso) pode ser predito a partir do comportamento do outro. Segundo, o entrelaçamento entre os dois membros significa um controle unitário sobre os dois membros. Terceiro, as três características são propriedades de sistemas não lineares, podendo então constituírem processos auto-organizáveis. A coordenação do movimento é alcançada, neste caso, sem a necessidade de prescrições do sistema nervoso central. A atuação do sistema nervoso central se daria apenas sobre o controle, ou seja, sobre a parametrização da função de coordenação, aliviando em muito a necessidade de prescrições do sistema nervoso central.

2.3 - Análise Topológica do Movimento

Ao longo das últimas duas décadas, os trabalhos, enfocando o estudo da coordenação, utilizaram-se basicamente da investigação do tempo relativo entre os vários segmentos corporais. Isto é conseguido expressando a ação específica de um segmento em relação ao tempo total do movimento. Porém, este tipo de análise foi questionado por KELSO, SALTZMAN e TULLER (1986), arguindo que a utilização da análise do tempo relativo, tal como uma porcentagem do ciclo, limita o entendimento da coordenação, pois apenas leva em conta o tempo na organização dos movimentos. Os autores propõem que a coordenação deve ser descrita e entendida utilizando-se as trajetórias dos planos de fase, também denominados de retrato de fase do movimento e que envolve a relação espaço-temporal.

A trajetória do plano de fase ou retrato de fase é conseguida a partir da posição e velocidade de um segmento na realização de um movimento. A utilização da posição e da velocidade propicia uma descrição completa do movimento (CLARK, TRULLY & PHILLIPS, 1990a), sendo que somente a posição ou a velocidade não representaria o movimento completo do segmento. Esta representação gráfica, conseguida a partir do movimento do segmento, usando a posição e velocidade, permite o delineamento gráfico da órbita atrativa do segmento, ou em outras palavras, do atrator.

Esta representação propicia informação sobre o movimento de um segmento e, se o interesse é investigar a relação entre segmentos de um mesmo membro (coordenação intra-membro) ou entre segmentos de membros diferentes (coordenação inter-membros), faz-se necessário buscar a relação entre dois retratos de fase, duas representações gráficas. Este relacionamento entre duas ações, no caso o delineamento gráfico de dois segmentos, pode ser analisado utilizando o ângulo de fase (KELSO, SALTZMAN & TULLER, 1986), conseguido a partir das coordenadas cartesianas da representação gráfica dos segmentos, transformadas em respectivas coordenadas polares.

O ângulo de fase permite analisar o relacionamento entre dois segmentos em um determinado ponto, e este ponto é denominado de ponto de coordenação. Esta análise propicia uma medida de coordenação, que é definida sobre a posição e velocidade do movimento, possibilitando uma análise mais precisa de coordenação do que a realizada utilizando-se somente o tempo relativo entre os segmentos corporais. Isto não quer dizer que esta seja a melhor forma de analisar coordenação. Vários problemas foram levantados recentemente neste tipo de análise por CLARK, TRULLY e PHILLIPS (1990a), mas estas autoras reconhecem um grande avanço na utilização da proposta de análise a partir dos ângulos de fase, para um melhor entendimento sobre coordenação. O problema da utilização dos ângulos de fase para o estudo da coordenação é que este se baseia em momentos específicos durante o ciclo. Ele não revela o relacionamento de todo o tempo do ciclo. Se forem analisados apenas alguns pontos específicos, durante o ciclo do movimento, relacionamentos importantes podem ser encobertos.

Mesmo com esta limitação nos estudos que se utilizam do ângulo de fase, através dos pontos de coordenação, esta forma de análise proporciona um entendimento

mais preciso e mais próximo de outras possíveis futuras soluções para o estudo da coordenação dos movimentos, sendo esta a razão de sua utilização neste estudo.

III - METODOLOGIA

3.1 - Sujeitos

Participaram deste estudo 21 sujeitos, 3 em cada uma das seguintes faixas etárias: 4, 5, 7, 9, 11, 13 anos e idade adulta ($X=20$ anos de idade). A escolha das faixas etárias foi realizada com base no modelo de desenvolvimento motor proposto por GALLAHUE (1982), que propôs quatro estágios: a) estágio reflexivo (vida intra-uterina a 1 ano); b) estágio rudimentar (1 a 2 anos); c) estágio fundamental (2 a 7 anos) e; d) estágio relacionado ao esporte (7 anos em diante). Concordando com o objetivo deste estudo as idades correspondentes aos estágios fundamental e relacionado ao esporte foram os escolhidos. GALLAHUE (1982) dividiu o estágio fundamental em três fases: fase inicial (2 a 3 anos), fase elementar (4 a 5 anos) e fase madura (6 a 7 anos). A intenção inicial era selecionar uma idade em cada fase deste estágio, porém não foi possível a participação de sujeitos de 3 anos, que caracterizaria a fase inicial. Para amenizar este problema foram utilizados sujeitos da faixa etária de 4 anos de idade, que corresponde ao início da fase elementar, fase seguinte a fase inicial. Os sujeitos de 5 e 7 anos de idade correspondem ao término das fases elementar e madura, respectivamente. O próximo estágio proposto por GALLAHUE (1982), o estágio relacionado ao esporte, é também dividido em três fases: fase geral (7 a 10 anos), fase específica (11 a 13 anos) e fase especializada (14 anos em diante). A fase geral foi representada por crianças de 9 anos de idade, procurando inclusive identificar possíveis transições comportamentais, isto é, alterações na organização do

movimento, identificados em trabalhos anteriores (CLARK & PHILLIPS, 1985; PETERSEN, 1984). As idades de 11 e 13 anos de idade representaram a fase específica, bem como os adultos representaram a fase especializada do modelo de GALLAHUE (1982).

Os sujeitos que formaram a amostra pertenciam a rede de ensino de Rio Claro. As crianças de 4 e 5 anos de idade foram provenientes da E.M.E.I. "Epídio Mina", as crianças de 7, 9, 11 e 13 anos de idade estudavam na E.E.P.G. "Profa. Heloísa Marasca". As crianças foram escolhidas aleatoriamente, segundo as faixas etárias, pela direção das escolas, após receberem explicações do objetivo, dos procedimentos, da participação dos sujeitos e oficialização da colaboração dos alunos. Estas duas escolas localizam-se em um bairro de classe média baixa e classe baixa da cidade de Rio Claro. Nenhum teste específico foi realizado para determinar o nível de desenvolvimento motor das crianças, porém visualmente não foi detectado nenhum problema no comportamento motor. Os adultos eram alunos regularmente matriculados no primeiro ano do Curso de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.

3.2 - Procedimentos

Todos os sujeitos foram filmados a partir de uma vista lateral, plano sagital, realizando seis saltos horizontais em duas situações ambientais diferentes, ao nível de piso. Na primeira situação, três saltos foram realizados em um piso de concreto de uma quadra poli-esportiva. Os outros três saltos foram realizados em uma caixa de areia, de uma pista de atletismo. A filmagem foi realizada nas dependências do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.

Os sujeitos tiveram as articulações do tornozelo, joelho, quadril, ombro, cotovelo e punho, marcadas com um círculo branco, de aproximadamente 2 cm de diâmetro, desenhados com tinta guache não tóxica. As marcas do ombro, cotovelo e pulso não foram levadas em consideração neste estudo, porém foram marcadas para possível utilização em estudos posteriores.



Antes de cada série de saltos foi solicitado aos sujeitos que saltassem o mais longe possível e foram fornecidas explicações sobre a tarefa. Quando necessário eram fornecidas informações adicionais entre as tentativas.

Para a filmagem, foi utilizada uma câmera Camcorder SHARP de 60 *Hertz*. Uma área de 4 m de comprimento por 0.5 m de largura, perpendicular à lente da câmera, foi demarcada para a realização do salto, o qual foi realizado de acordo com cada indivíduo, na região central da área demarcada. A distância entre a câmera e a área demarcada foi de 5 m, sendo que a câmera teve uma abertura total de foco. Na região central da área demarcada, mais especificamente sobre a linha perpendicular à câmera, foram colocadas duas marcas referenciais (quadrados de espuma branca com aproximadamente 2 cm de lado), distantes um metro uma da outra, que serviram de referência para a calibrar a imagem no plano horizontal e no sistema métrico.

Após a filmagem, foram coletados os dados sobre peso, utilizando uma balança médica com precisão de 100 gramas; altura e altura tronco-cefálica, utilizando um estadiômetro construído na própria Universidade e que tem precisão de milímetros; e o comprimento das pernas que foi calculado subtraindo da altura total a altura tronco-cefálica. Estas medidas permitirão verificar as alterações nas restrições do organismo com a variação da idade.

A distância do salto foi mensurada após a digitalização dos dados, subtraindo o valor da coordenada "X" do primeiro quadro do valor da coordenada "X" do último quadro, correspondentes a articulação do tornozelo. Esta variação entre as coordenadas indicou o deslocamento do indivíduo na horizontal.

3.3 - Decodificação dos Dados

Uma cópia da fita original foi realizada sobrepondo um cronômetro com precisão de décimos de segundo. Para esta montagem foi utilizado um aparelho denominado "time encoder". O cronômetro sobreposto à cena dos saltos dos sujeitos possibilitou a identificação dos quadros a serem digitalizados, bem como um acompanhamento do tempo da cena filmada.

As filmagens dos saltos, sobrepostas com a contagem de tempo, foram visualmente inspecionadas, selecionando-se apenas dois saltos, sendo um para cada tipo de piso. A seleção dos saltos foi baseada nos seguintes critérios: a) ter ocorrido a perda de contato do solo com os dois pés simultaneamente; b) ter havido pouca ou nenhuma rotação do corpo durante a realização da tarefa, não prejudicando a visualização das partes do corpo e; c) ter sido seguida a orientação de saltarem o mais longe possível. Sendo as exigências preenchidas em mais de um salto, escolheu-se o de melhor desempenho.

Após a escolha dos saltos, os mesmos foram projetados em um televisor e os pontos registrados a partir de um "tablet", equipamento acoplado a um televisor e interligado a um computador, construído pelo Centro Tecnológico de Informática, Campinas/SP, possibilitando a obtenção e armazenagem das coordenadas "X" e "Y" de cada ponto.

A obtenção e armazenamento dos pontos eram gerenciados por um programa computacional escrito em linguagem Pascal, que antes de armazenar os dados, fazia a transformação das coordenadas digitalizadas para o sistema métrico, baseada nas marcas referenciais correspondentes a um metro, colocadas na área demarcada para a filmagem.

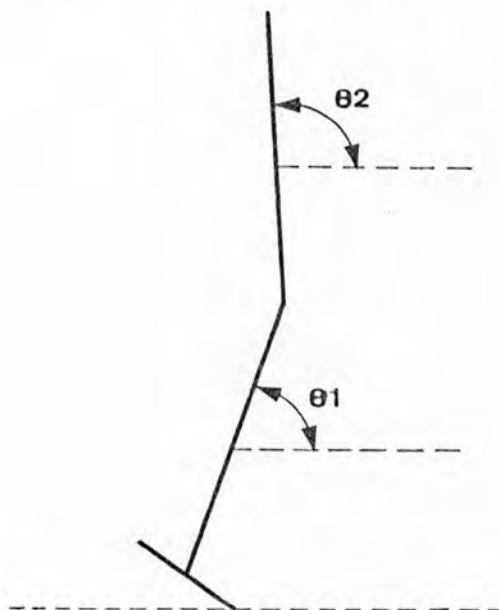


FIGURA 01 - Convenção do cálculo dos ângulos dos segmentos da perna ($\theta 1$) e da coxa ($\theta 2$) com o plano horizontal.

O registro dos pontos foi realizado em um intervalo de tempo de 0.033 seg. O início do salto foi definido quando algum movimento foi detectado nos membros inferiores ou nos membros superiores ou ainda, no tronco, tendo assim, neste quadro iniciado o apontamento dos pontos articulares. O salto foi considerado finalizado, para análise, quando ocorreu o toque dos pés no solo, após a fase de vôo, sendo que a digitalização dos pontos articulares ocorreu até este quadro.

De posse das coordenadas "X" e "Y", estas foram inseridas em uma planilha elaborada no utilitário computacional LOTUS 123. Nesta planilha foram corrigidos possíveis erros de apontamento das coordenadas. Os ângulos, correspondentes aos segmentos do membro inferior, perna e coxa, foram calculados em relação ao plano horizontal (Figura 01). De posse dos ângulos, dos segmentos em relação ao solo, denominada de posição angular, foi calculada a velocidade angular média, no período de tempo de 0.033 seg., e os retratos de fase (delineamento gráfico das órbitas atrativas) foram projetados, num plano cartesiano (Figura 02). O valor da posição angular foi

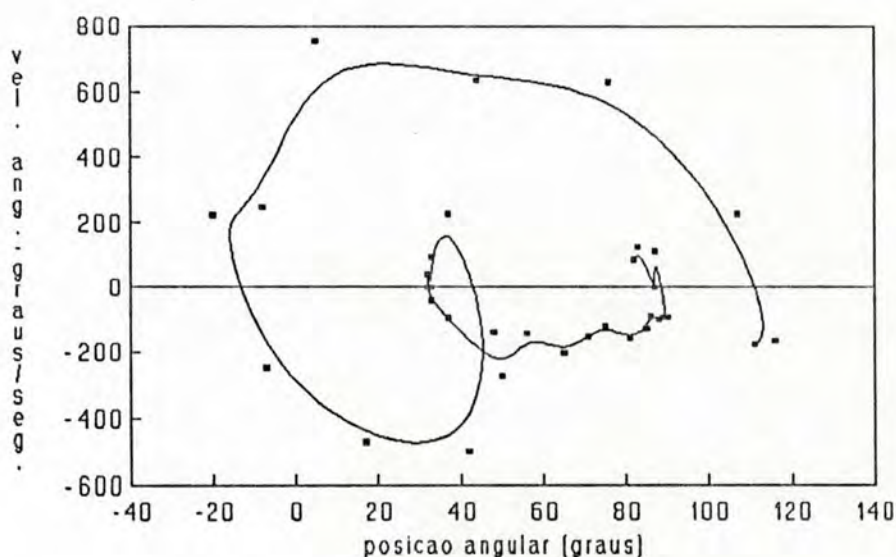


FIGURA 02 - Convenção da elaboração dos retratos de fase, no eixo "X" projetada a posição angular e no eixo "Y" a velocidade angular.

projetado no eixo "X" (abscissa) e a respectiva velocidade angular no eixo "Y" (ordenada).

A posição e a velocidade angular foram normalizadas em valores que variaram entre -1 e 1. Ao maior valor foi atribuído o valor 1 e ao menor -1 e, os demais foram calculados proporcionalmente a estes dois. Este procedimento foi realizado tanto para os valores da posição quanto para os da velocidade angular (Figura 03).

O passo seguinte foi calcular o ângulo de fase, que corresponde ao ângulo formado pelas coordenadas polares da posição angular normalizada e respectiva velocidade angular normalizada com a linha horizontal, tendo como referência a coordenada central (0,0) (Figura 03). O valor do ângulo de fase é calculado, aplicando a seguinte fórmula:

$$\text{ANGULO DE FASE} = \text{ARCTAN} (\text{VELnorm.}/\text{POSnorm.})$$

Os valores do ângulo de fase, tanto da perna quanto da coxa, foram plotados em um gráfico, em função do quadro correspondente, possibilitando a observação dos valores

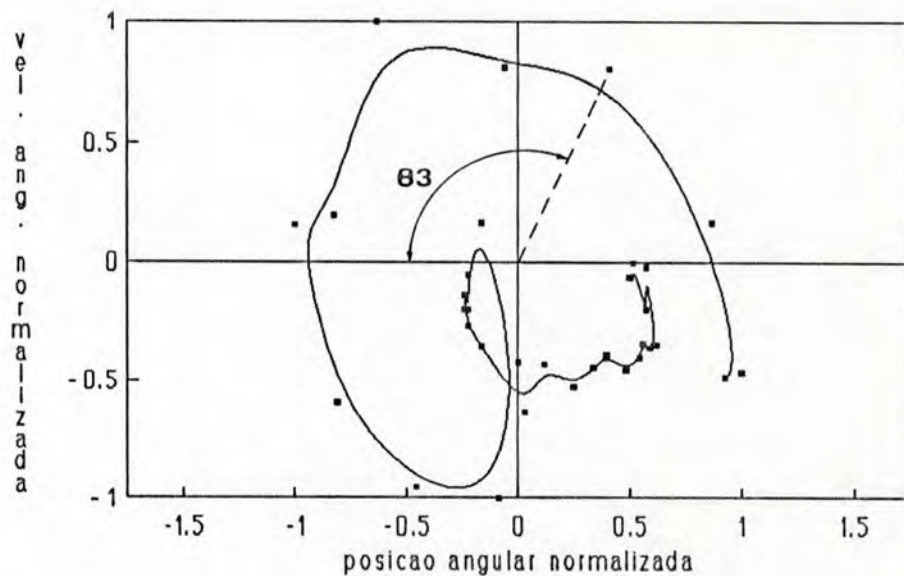


FIGURA 03 - Retrato de fase com os valores normalizados e convenção do cálculo do ângulo de fase (θ_3).

e conseqüentemente da variação, durante a realização do saltar. Os ângulos de fase, antes de serem projetados em gráficos, foram corrigidos para assumirem valores entre 0 e 360 graus, possibilitando uma melhor visualização dos mesmos.

Analisando a posição angular da perna e da coxa foram identificadas duas reversões para cada um dos dois segmentos. Foi considerada reversão a mudança no sentido dos valores dos ângulos do segmento, em relação ao solo, refletindo uma mudança no sentido do movimento do segmento. Por exemplo, o ângulo da perna vinha diminuindo e de repente começou a aumentar. Esta mudança foi considerada uma reversão. Estas reversões foram definidas verificando os gráficos da posição angular (Figura 04), dos respectivos segmentos. As quatro reversões foram definidas como primeira e segunda

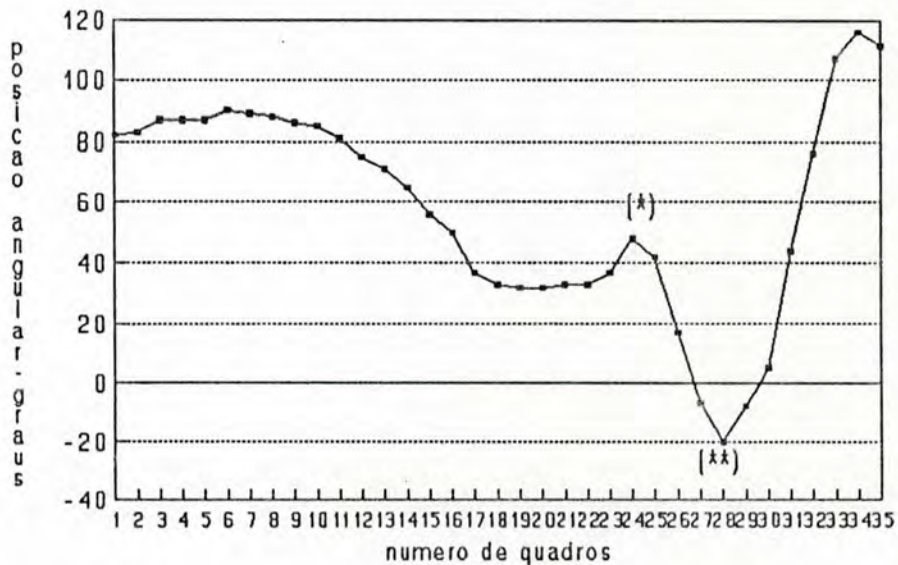


FIGURA 04 - Gráfico da posição angular e apontamento da ocorrência das reversões. (*) Primeira reversão e (**) Segunda reversão. O gráfico mostrado acima refere-se a posição angular da perna.

reversão da perna, e primeira e segunda reversão da coxa. Os valores dos ângulos de fase, nestas reversões, tanto da perna quanto da coxa, foram armazenados (Apêndice 01) para tratamento estatístico posterior.

3.4 - Tratamento Estatístico

As médias e desvios padrão dos valores dos ângulos de fase, nas quatro reversões, primeira e segunda reversão da perna e primeira e segunda reversão da coxa, foram calculadas para os dois tipos de piso. Este procedimento possibilitou a observação de possíveis variações entre as reversões e os tipos de piso.

Análise de variância dos valores dos ângulos de fase, conseguidos dos dois segmentos em cada uma das reversões (Apêndice 01), em função dos grupos e em função dos pisos, foi realizada. Para análise de variância quatro grupos foram constituídos, unindo os sujeitos de 4 e 5 anos (G1), os sujeitos de 7 e 9 anos (G2) e os sujeitos de 11 e 13 anos (G3), o grupo adulto constituiu o último grupo (G4). Assim a análise teve um desenho experimental 4x2, quatro grupos de diferentes faixas etárias e dois tipos de piso.

Cabe salientar que a análise dos ângulos de fase utilizando estatística convencional é problemática. O principal problema é que a estatística convencional não é adequada para dados direcionais, como é o caso dos dados correspondentes aos ângulos de fase (BURGESS-LIMERICK, ALBERNETHY & NEAL, 1991). Estes autores enfocam que estatísticas convencionais são apropriadas para variáveis de valores escalares, para os quais os princípios de aritmética e o conjunto dos números naturais se aplicam. Por outro lado, os dados dos ângulos de fase são compostos de vetores direcionais para os quais princípios geométricos se aplicam, com extensão à trigonometria e álgebra vetorial.

Com estes problemas rondando a utilização de estatística convencional, e dada a natureza descritiva exploratória deste estudo, a análise de variância realizada não será apresentada no corpo do trabalho. Ela será apresentada em forma de apêndice (Apêndice 02).

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

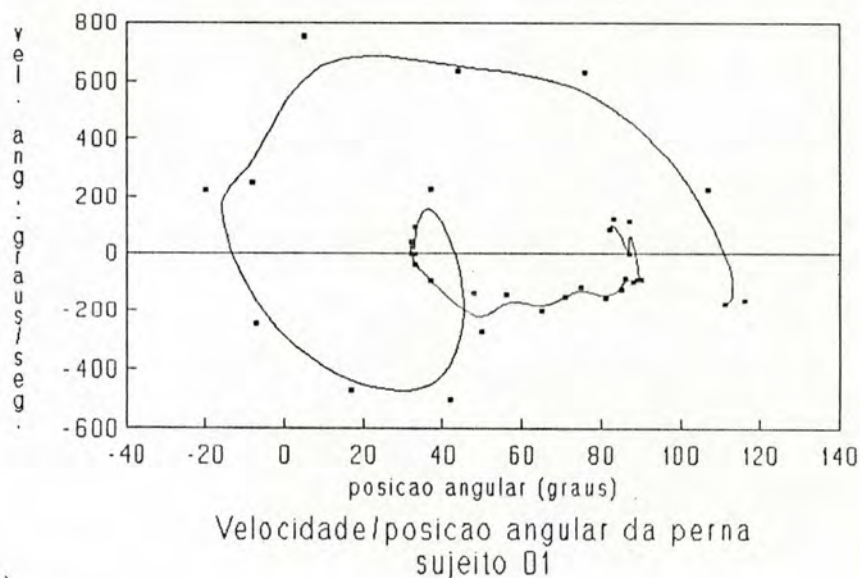
Os resultados obtidos quanto à distância saltada dos sujeitos analisados e suas respectivas idades (Tabela 01), possibilitam a confirmação de que, com o aumento da

TABELA 01 - Idade, peso, estatura, comprimento dos membros inferiores e distância saltada (concreto e areia) (n=21).

Sujei- tos	Idade (anos)	Peso (Kg)	Estatu- ra (m)	Compr. Membros Inf. (m)	Dist. Saltada Concreto (m)	Dist. Saltada Areia (m)
01	04	19.3	1.10	0.61	1.53	1.18
02	04	14.8	1.03	0.56	0.88	0.82
03	04	14.6	1.05	0.53	0.96	0.69
04	05	15.9	1.07	0.60	1.30	1.12
05	05	17.3	1.13	0.64	1.15	1.23
06	05	19.1	1.13	0.61	1.41	1.13
07	07	25.4	1.27	0.69	1.54	1.33
08	07	25.6	1.30	0.70	1.33	1.37
09	07	23.8	1.31	0.69	1.43	1.35
10	09	42.8	1.46	0.77	1.47	1.49
11	09	25.6	1.36	0.70	1.50	1.53
12	09	29.4	1.35	0.73	1.29	1.35
13	11	36.0	1.44	0.75	1.73	1.81
14	11	52.7	1.57	0.83	1.78	1.64
15	11	41.8	1.45	0.75	1.52	1.49
16	13	45.8	1.53	0.83	1.76	1.66
17	13	56.4	1.56	0.82	1.52	1.56
18	13	45.3	1.58	0.80	1.73	1.60
19	20	79.5	1.73	0.93	1.92	1.76
20	21	77.5	1.80	0.97	1.99	2.22
21	22	60.9	1.73	0.90	1.99	2.14

idade, ocorre um aumento na distância saltada (DEOREO & KEOGH, 1980; MORRIS, WILLIAMS, ATWATER & WILMORE, 1982). Pode-se também constatar que, observando a Tabela 01, com o aumento da idade, ocorrem mudanças quanto ao peso,

A)



B)

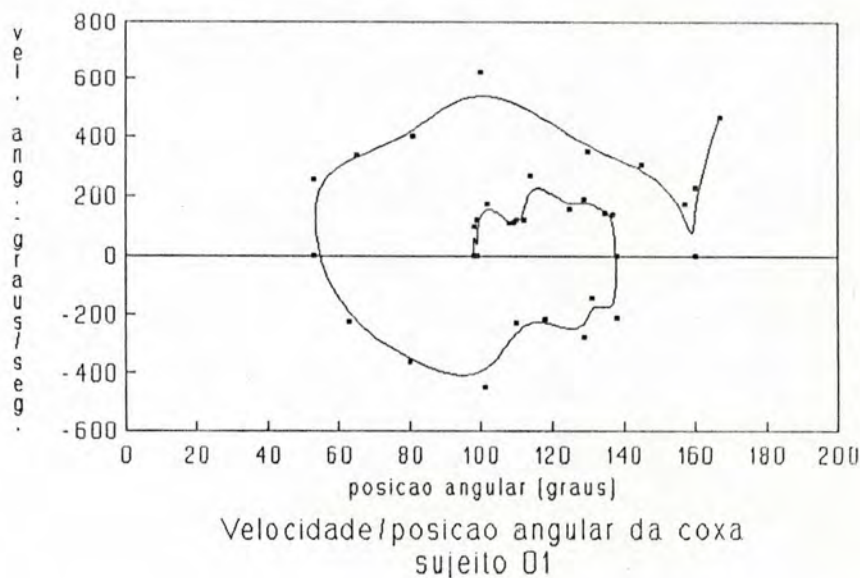


FIGURA 05 - Órbitas atrativas dos segmentos da perna (A) e coxa (B), na realização do saltar, piso de concreto.

estatura e comprimento dos membros inferiores dos sujeitos, indicando alterações nas restrições internas (do organismo).

A análise topológica envolveu duas dimensões do sistema, a posição e a velocidade angular. A análise das trajetórias dos gráficos do sujeito 01, utilizados aqui como exemplo, apresentados na Figura 05 (demais sujeitos vide Anexo 01), indica que o saltar se comporta como um oscilador de ciclo limite, como verificado para os movimentos cíclicos locomotores (CLARK, TRULLY & PHILLIPS, 1990a; 1990b). Estes osciladores podem ser descritos como órbitas, para as quais, trajetórias tendem a ser atraídas (CLARK & WHITALL, 1989b) e que, durante o ciclo, há dissipação de energia. Durante a realização do salto, órbitas correspondentes aos segmentos da perna e da coxa descrevem a relação entre a variação angular da posição e respectiva velocidade.

No caso específico deste estudo, o ciclo não chega a fechar a órbita, pois a análise foi realizada apenas até o toque do pé no solo e, portanto, a análise não aconteceu até a posição em que o movimento foi iniciado, posição ereta.

4.1 - Análise das Trajetórias

As trajetórias dos segmentos da perna e da coxa foram diferentes, indicando que, qualitativamente, os comportamentos dos dois segmentos são nitidamente diferentes. Entretanto, as trajetórias referentes ao segmento da perna são semelhantes a todos os sujeitos, com pequenas variações. O mesmo ocorreu quanto às trajetórias da coxa (Anexo 01).

CLARK, TRULLY e PHILLIPS (1990b) verificaram, para o andar, que a coxa tem uma variação menor do que a perna na posição angular, indicando que a coxa conserva mais energia, ou melhor, dissipa menos energia. Da mesma forma, no saltar, a amplitude do movimento da coxa é menor do que a amplitude do movimento da perna, portanto, dissipando menos energia. Estas diferenças nos retratos de fase refletem as diferenças biomecânicas entre os dois segmentos. A perna, como uma porção distal do membro inferior, tem amplitude e velocidade de movimento maiores do que a coxa, que é uma porção proximal do membro inferior (CLARK, TRULLY & PHILLIPS, 1990a).

A relação de forças é muito complicada no saltar. No início, os segmentos realizam movimentos em sentidos opostos. Enquanto o ângulo da coxa aumenta em relação à horizontal, o movimento da perna vai em sentido inverso, tendo o ângulo diminuído. O sistema, perna e coxa, realiza primeiramente um trabalho maior a partir da coxa e, depois pela perna. O segmento da coxa é o primeiro a apresentar uma trajetória bastante evidenciada para fora da região central da órbita, indicando introdução de energia, correspondente ao aumento da posição e velocidade angular, enquanto que a perna encontra-se ainda perdendo energia, podendo ser constatado pela entrada de sua trajetória para a região central da órbita, formando um "laço" e só depois começa a aumentar a posição angular e a ganhar velocidade (trajetória afastando da área central).

Este início de atuação mais acentuada, por parte da coxa em relação à perna, ocorre devido ao desequilíbrio do corpo à frente, quando no início do salto, o tronco é projetado à frente. A coxa dá continuidade a este desequilíbrio, iniciado pela porção superior do corpo, até que a perna atue de forma mais propulsiva no movimento, culminando com a fase de vôo.

Na fase de vôo, o deslocamento da perna é muito maior do que o deslocamento do segmento da coxa. Em preparação à aterrissagem (retomada de contato com o solo), a diferença dos movimentos entre os dois segmentos é muito grande. O deslocamento da coxa vai diminuindo até ocorrer uma reversão, e assim, a velocidade de deslocamento sofre um aumento abrupto, enquanto que a trajetória da perna vai decrescendo uniformemente até o toque do calcanhar no solo.

As diferenças nas trajetórias, indicando trabalho (entrada ou dissipação de energia), indicam que a realização da habilidade saltar à horizontal é um movimento que necessita de uma somatória de forças bem ajustadas, entre os vários segmentos, como salientado por KEOGH & SUGDEN, (1985).

O saltar parece apresentar características topológicas que são próprias desta habilidade. Os comportamentos dos segmentos, perna e coxa, são semelhantes a todos os sujeitos enfocados neste estudo. Eles definem um conjunto de características topológicas específicas à habilidade, confirmando a suspeita de NEWELL (1985) de que mesmo as habilidades discretas apresentam um conjunto de características topológicas que define a habilidade. Assim, a primeira hipótese deste estudo parece confirmar-se, pois os segmentos

da perna e da coxa apresentaram um conjunto de características topológicas, verificadas a partir da posição e velocidade angular, inerentes à habilidade de saltar à horizontal.

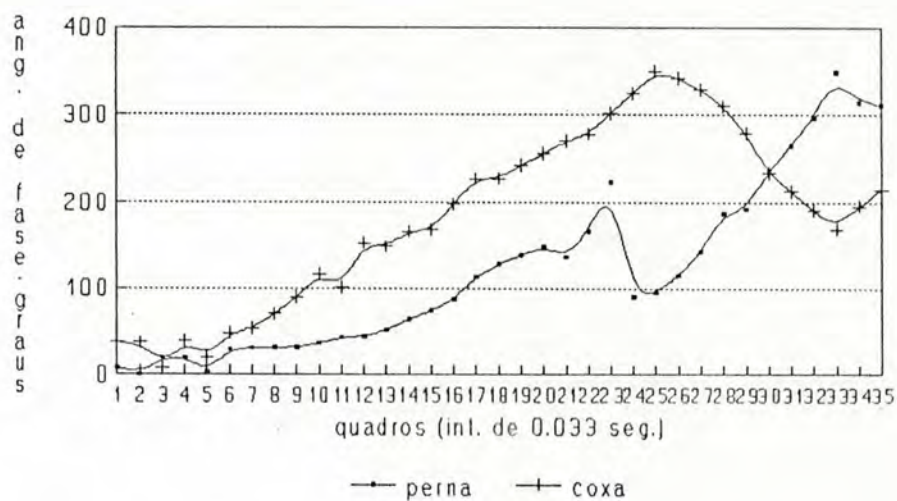
4.2 - Restrições Internas

Uma análise é buscada neste momento, visando identificar a relação dos dois segmentos, perna e coxa, frente às restrições internas impostas ao movimento, ou seja, como a relação entre os dois segmentos se comporta frente às variações que ocorrem, fruto do crescimento e desenvolvimento, que é assumido ao longo dos anos, de forma não proporcional (NEWELL, 1984) e que, pode ser constatado verificando a Tabela 01 para os fatores de peso, estatura e comprimento dos membros inferiores.

Assumindo que os movimentos dos segmentos da coxa e da perna podem ser descritos por modelos dinâmicos de osciladores, então o comportamento dos dois segmentos juntos representa o acoplamento de dois osciladores, que compõem um sistema dinâmico, com predições comportamentais específicas entre eles. Esta é uma das características dos osciladores não lineares de ciclo limite já denominada anteriormente de entrelaçamento. Portanto, entrelaçamento acontece quando dois osciladores localizados próximos um dos outros operam independentemente, mas sincronizados (CLARK, WHITALL, 1989a; CLARK, TRULLY & PHILLIPS, 1990a; 1990b).

Uma forma de verificar este acoplamento é analisar a relação entre os ângulos de fase dos dois segmentos. Na Figura 06, os ângulos de fase dos dois segmentos, do sujeito 01, são apresentados em um mesmo gráfico (demais sujeitos, Anexo 02), mostrando como eles se comportam ao longo do tempo, na execução do salto. Pode ser verificado que o ângulo de fase da coxa é maior que o da perna durante grande parte da tarefa. Apenas ao final desta é que o ângulo de fase da perna assume valores maiores suplantando o referente à coxa. Pode-se perceber facilmente que o relacionamento entre os dois segmentos não é constante ou linear, apresentando variações ao longo da tarefa.

Na fase preparatória, as trajetórias dos ângulos de fase da perna e da coxa variam bastante entre os sujeitos, parecendo indicar organização diferente. Na fase de propulsão e na fase de vôo, as trajetórias dos ângulos de fase dos dois segmentos foram bastante semelhantes em todos os sujeitos, com pequenas variações.



Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 01

FIGURA 06 - Ângulos de fase da perna e da coxa, ao longo do salto, piso de concreto.

Apenas um sujeito (vide Anexo 02, sujeito 12) apresentou uma trajetória bastante diferente dos demais sujeitos, para os ângulos de fase referente à coxa. Isto parece indicar que este sujeito teve uma organização espaço-temporal diferente, tanto que a performance dele foi muito baixa, como pode ser constatado na Tabela 01, quando comparada às performances dos sujeitos da mesma faixa etária.

Utilizando-se de quatro momentos, definidos a partir das reversões dos segmentos envolvidos, sendo duas reversões da coxa e duas reversões da perna, foram levantados os valores dos ângulos de fase (Apêndice 01) e são apresentados em forma de gráfico na Figura 07. Analisando os ângulos de fase, pode ser verificado que, em todas as reversões os valores dos ângulos de fase da coxa foram maiores do que os valores correspondentes à perna. Variações ocorrem entre os valores, tanto para a perna quanto para a coxa, sendo maiores nas faixas etárias de 7 e 9 anos e, menores nas faixas etárias mais adiantadas. Parece então que com o aumento da idade há uma maior consistência na organização espaço-temporal dos segmentos.

PETERSEN (1984) verificou o tempo relativo entre os segmentos corporais, dentre outros fatores, para a habilidade saltar. Diferenças no tempo relativo foram identificadas entre as faixas etárias de 7 e 9 anos de idade. Esta diferença no tempo relativo foi cogitada, por CLARK (1986), como sendo fruto das mudanças das restrições internas, que provocaram uma fase de inconsistência na organização do movimento até que ocorresse a emergência de um outro padrão de movimento. A utilização dos braços de forma mais efetiva para a propulsão no salto pode provocar uma mudança na organização dos segmentos do membro inferior (CLARK, 1986).

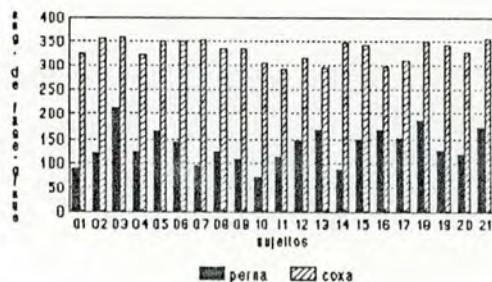
Analisando os gráficos da Figura 07 verifica-se que os valores dos ângulos de fase de um segmento variam menos que os ângulos de fase do outro segmento e, de forma diferente entre as reversões. Na Tabela 02 são apresentadas as médias dos valores de cada segmento e os respectivos desvios padrão em cada reversão. Na primeira reversão da perna, os valores referentes ao ângulo de fase da coxa variaram menos que os da perna. O inverso ocorreu na segunda reversão da perna, onde os valores do ângulo de fase da perna variaram menos que os da coxa. Quanto às reversões da coxa, na primeira reversão, ambos os segmentos tiveram os ângulos de fase variando bastante e com valores próximos. Na segunda reversão, os valores do ângulo de fase da coxa tiveram uma pequena variação, a menor comparada com todas às outras variações, e portanto, menor que os valores do ângulo de fase da perna nesta reversão.

Estas alternâncias de variações entre os segmentos podem ser explicadas a partir da propriedade de entrelaçamento dos osciladores acoplados não lineares. Quando um segmento apresenta uma variação maior, o outro segmento compensa com uma variação menor, mantendo uma certa integridade e homogeneidade, atingindo o movimento desejado.

Cabe ressaltar que a análise de variância não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < .05$), entre os grupos (G1, G2, G3 e G4), indicando não haver diferença nos valores do ângulo de fase entre os grupos de diferentes faixas etárias (Apêndice 02).

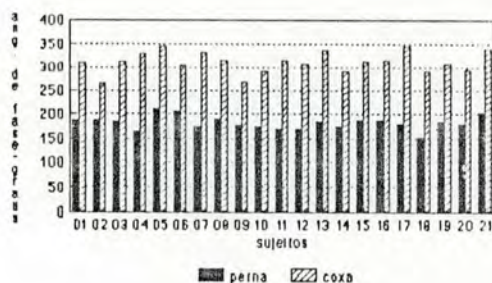


A)



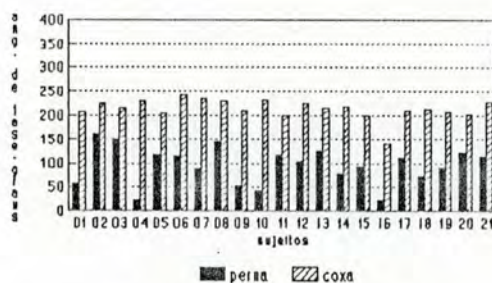
Ângulos de fase da perna e da coxa
Primeira reversão da perna

B)



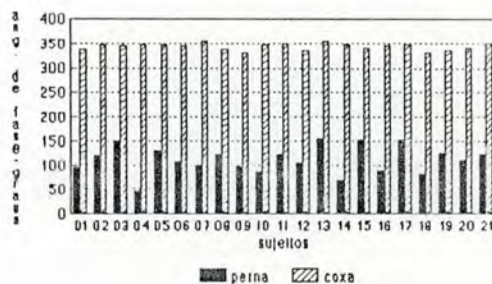
Ângulo de fase da perna e da coxa
Segunda reversão da perna

C)



Ângulo de fase da perna e da coxa
Primeira reversão da coxa - Areia

D)



Ângulo de fase da perna e da coxa
Segunda reversão da coxa - Areia

FIGURA 07 - Ângulo de fase dos segmentos da perna e da coxa no momento da primeira reversão da perna (A), segunda reversão da perna (B), primeira reversão da coxa (C) e, segunda reversão da coxa (D), piso de concreto.

Por último, em todas as reversões, tanto da perna quanto da coxa, os valores dos ângulos de fase da coxa foram maiores que os valores dos ângulos de fase da perna. Assim, a organização nos pontos de reversão, mesmo tendo uma variação nos valores,

TABELA 02 - Média (X) e Desvio Padrão (S) dos ângulos de fase de cada segmento nos momentos de reversão, piso de concreto.

REVERSÃO	ÂNGULO DE FASE			
	E	PERNA		COXA
SEGMENTO	X	S	X	S
1a. rev. perna	134.66	35.28	331.19	22.51
2a. rev. perna	182.61	13.60	310.66	22.41
1a. rev. coxa	121.14	30.06	209.52	28.07
2a. rev. coxa	134.52	31.78	344.04	8.92

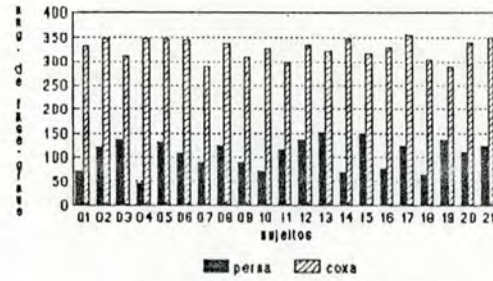
permanece com uma estruturação semelhante entre os indivíduos, mantendo uma organização espaço-temporal invariante e, que parece tornar-se mais consistente com o aumento da idade, permitindo responder a segunda questão. Não há mudanças na organização espaço-temporal, dos segmentos da perna e da coxa, frente às variações das restrições do organismo (internas), na realização do saltar à horizontal. Exceção a esta afirmação deve ser feita com relação ao sujeito 12, que apresentou organização espaço-temporal diferente dos demais, quando verificada a trajetória dos ângulos de fase.

4.3 - Restrições Externas

Assumindo que o comportamento motor observado é resultado da interação do homem e seu meio ambiente, o ambiente, juntamente com o organismo e a tarefa, definem toda manifestação motora (NEWELL, 1985). Assim, mudanças no contexto ambiental, desde que atinjam um ponto crítico, provocam mudanças no comportamento motor observável e, conseqüentemente na organização espaço-temporal.

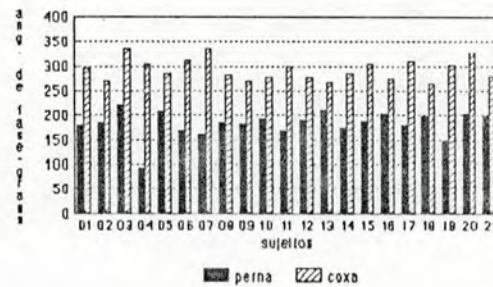
Neste estudo, procurou-se alterar o tipo de piso, onde o salto foi realizado,

A)



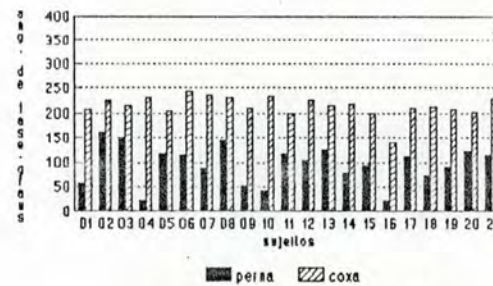
Ângulos de fase da perna e da coxa
Primeira reversão da perna - Areia

B)



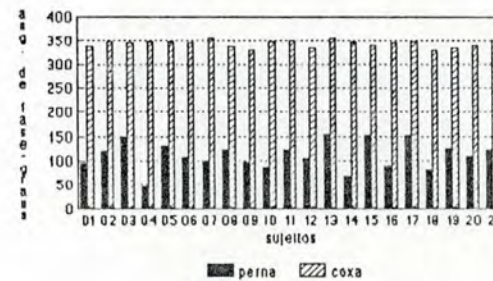
Ângulo de fase da perna e da coxa
Segunda reversão da perna - Areia

C)



Ângulo de fase da perna e da coxa
Primeira reversão da coxa - Areia

D)



Ângulo de fase da perna e da coxa
Segunda reversão da coxa - Areia

FIGURA 08 - Ângulo de fase dos segmentos da perna e da coxa na primeira reversão da perna (A), segunda reversão da perna (B), primeira reversão da coxa (C), segunda reversão da coxa (D), piso de areia.

para verificar o que esta alteração provocaria na organização espaço-temporal. Numa primeira situação foi realizado o salto em um piso de concreto e os resultados foram apresentados até aqui, e em uma segunda situação dentro de uma caixa de areia.

Nesta segunda condição, alguns dos sujeitos tiveram a distância saltada maior, porém a maioria apresentou resultado inferior. Assim, parece que nenhuma relação pode ser evidenciada quanto à distância saltada e os tipos de piso, principalmente pelo fato de que, para análise não foram utilizados necessariamente os saltos com as maiores distâncias. Este critério só foi utilizado quando os outros critérios foram alcançados, servindo assim como uma forma de desempate.

Os gráficos referentes às trajetórias da perna e da coxa, envolvendo posição e velocidade angular, são apresentados no Anexo 03. Pode-se observar que as mesmas características topológicas verificadas para o saltar no piso de concreto (Anexo 01) são apresentadas no piso de areia (Anexo 03), com pequenas variações, para alguns sujeitos. No Anexo 04, as trajetórias referentes aos ângulos de fase da perna e da coxa também são semelhantes às referentes ao salto no piso de concreto (Anexo 02). Da mesma forma que no piso de concreto, quatro reversões comuns a todos os sujeitos, duas para cada segmento, foram detectadas na posição angular e são apresentadas na Figura 08. As médias dos valores dos ângulos de fase e seus respectivos desvios padrão, nas quatro reversões, são apresentadas na Tabela 03.

TABELA 03 - Média (X) e Desvio Padrão (S) dos ângulos de fase de cada segmento nos momentos de reversão, no piso de areia.

REVERSÃO	ÂNGULO DE FASE			
	PERNA		COXA	
E	X	S	X	S
SEGMENTO	X	S	X	S
1a. rev. perna	106.90	30.94	328.23	20.93
2a. rev. perna	182.90	27.18	293.95	21.71
1a. rev. coxa	95.19	39.39	213.47	21.15
2a. rev. coxa	111.57	28.48	344.95	8.05

Observações das trajetórias das órbitas da perna e da coxa, envolvendo posição e velocidade angular, e das trajetórias dos ângulos de fase, indicam não ter ocorrido mudança no conjunto de restrições entre os dois pisos, a ponto de provocar uma nova organização espaço-temporal entre os segmentos da perna e da coxa, no que se refere à realização do saltar à horizontal. Porém, comparando os valores médios dos ângulos de fase das Tabelas 02 e 03 pode-se observar que ocorreram variações, como pode ser identificadas na Tabela 04.

TABELA 04 - Diferença das médias dos ângulos de fase de cada segmento nos momentos de reversão (valores do piso de concreto menos valores do piso de areia).

REVERSÃO E SEGMENTO	ÂNGULO DE FASE	
	PERNA	COXA
1a. rev. perna	27.76	2.96
2a. rev. perna	-0.29	16.71
1a. rev. coxa	25.95	-3.95
2a. rev. coxa	22.95	-0.91

De maneira geral, ocorreu uma grande diminuição dos valores dos ângulos de fase em um dos dois segmentos, em cada uma das quatro reversões. Quando ocorreu uma grande variação no segmento da perna, uma pequena variação foi detectada no segmento da coxa e vice-versa. Este comportamento, mais uma vez, pode ser explicado pela propriedade de entrelaçamento dos osciladores acoplados não lineares.

Na análise de variância realizada (Apêndice 02) foram detectadas diferenças estatisticamente significativa ($p < .05$) apenas para as médias dos ângulos de fase do segmento da perna, na primeira reversão da perna e segunda reversão da coxa, ou seja estatisticamente apenas nestes dois momentos e apenas as médias dos valores dos ângulos de fase do segmento da perna variaram entre os dois tipos de pisos.

O segmento da perna parece que sente mais as mudanças impostas pelas restrições diferentes dos dois pisos, pois este segmento apresentou grandes variações em três reversões, enquanto que a coxa apenas em uma reversão. Como já foi enfatizado

anteriormente, isto pode ocorrer devido ser a perna um segmento do membro inferior mais distal do que a coxa, e assim mais sensível às variações das restrições ambientais.

Os valores dos ângulos de fase de um segmento em cada uma das reversões apresentaram grandes diminuições. É claro, que as restrições impostas pela tarefa, ou seja as restrições impostas pela tarefa saltar à horizontal, não permitiram uma outra organização espaço-temporal. Como já foi discutido anteriormente, o saltar possui características topológicas específicas, caso outra organização espaço-temporal emergisse, a tarefa não seria mais o saltar à horizontal.

Fica claro a sensibilidade do sistema às mudanças das restrições ambientais, manipuladas neste estudo. Mudanças nos valores dos ângulos de fase foram detectadas quando o saltar à horizontal foi realizado nos dois tipos de pisos, sendo que o piso de areia parece restringir a organização espaço-temporal do movimento de forma que os valores dos ângulos de fase assumam valores menores do que os valores verificados para o piso de concreto. Esta variação pode ter ocorrido pela relação de força diferenciada presente entre os sujeitos e os dois tipos de piso. A resposta à terceira questão, portanto, é que o sistema é sensível às variações dos tipos de piso, quando realizado o saltar à horizontal. Porém, esta sensibilidade não levou a emergência de uma nova organização espaço-temporal, pois as restrições da tarefa definiram a topologia do movimento e com isso a organização espaço-temporal.

Com certeza ocorreram alterações na relação de força entre os sujeitos e diferentes tipos de piso, porém a limitação da análise, voltada apenas aos aspectos cinemáticos do movimento, pode não ter detectado tais alterações. Outros estudos com análises mais complexas, envolvendo além de aspectos cinemáticos aspectos cinéticos, deverão ocorrer para um melhor entendimento das restrições, tanto internas quanto externas à organização do movimento.

V - CONCLUSÃO

O saltar tem sido focado por muitos estudiosos da área de desenvolvimento motor por ser uma habilidade filogenética e por necessitar de uma grande e complexa coordenação dos vários segmentos do corpo em sua realização.

Os estudos iniciais preocuparam-se com a descrição da habilidade e com a descrição das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, especialmente na infância. Frente a esta forma de estudo, inúmeras seqüências desenvolvimentais foram propostas, porém, as mesmas se recentiam de uma teoria que justificasse a ocorrência de tais mudanças.

A partir de um novo quadro conceitual, livre do determinismo e da primazia do sistema nervoso central, inerentes às abordagens anteriores, surge a Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos, buscando entender o curso e a razão do desenvolvimento motor.

Utilizando-se da posição e da velocidade angular, foi realizada uma análise topológica dos segmentos da perna e da coxa. As trajetórias indicaram que o saltar se comporta como um oscilador de ciclo limite. O comportamento dos dois segmentos é nitidamente diferente. Entretanto, as trajetórias referentes ao segmento da perna foram semelhantes a todos os sujeitos, com pequenas variações. O mesmo ocorreu quanto às trajetórias da coxa.

A relação entre os dois segmentos frente às restrições internas, conseguida através da análise das trajetórias dos ângulos de fase, permaneceu invariante ao longo das idades enfocadas. Parece que os dois segmentos relacionam-se de tal forma que, um compensa possíveis variações do outro, sendo este comportamento explicado a partir da

propriedade de entrelaçamento dos osciladores não lineares acoplados de ciclo limite. Parece também que com o aumento da idade, as variações entre os valores dos ângulos de fase dos sujeitos, tendem a diminuir, tornando-se a organização espaço-temporal entre os dois segmentos mais consistente.

Quando mudou-se o tipo de piso, onde o salto foi realizado, concreto e areia, nenhuma mudança, a ponto de alterar a organização espaço-temporal, foi identificada. As restrições da tarefa não permitiram uma nova organização espaço-temporal, entre os segmentos enfocados. Porém alterações nos valores do ângulo de fase foram detectadas, quando comparados os valores correspondentes às duas situações de piso. Os valores do ângulo de fase no piso de areia tiveram uma grande diminuição, em um dos segmentos em todas as reversões. Esta variação foi mais sentida pelo segmento da perna. Uma possível explicação para a diminuição dos valores dos ângulos de fase é a relação de força diferente entre os pisos, concreto e areia, e o indivíduo que é responsável pela produção da força.

Pode-se concluir, baseado na verificação deste estudo que:

1) o saltar à horizontal possui, para os segmentos da perna e da coxa, um conjunto específico de características topológicas e que, o comportamento destes dois segmentos pode ser explicado a partir das propriedades dos osciladores não lineares acoplados de ciclo limite, mesmo sendo o saltar uma habilidade motora discreta. Pode-se ainda, constatar que o saltar é uma habilidade que requer, para sua realização, uma complexa relação de forças entre os segmentos da perna e coxa;

2) ao longo das faixas etárias, enfocadas neste estudo, os segmentos da perna e da coxa apresentaram uma organização espaço-temporal semelhante, com pequenas variações entre os sujeitos, indicando uma coordenação invariante;

3) frente a dois tipos de piso, concreto e areia, a organização espaço-temporal entre os dois segmentos continuou a mesma. Variações entre os ângulos de fase foram encontradas, sendo que no piso de área foi detectado uma grande diminuição dos valores de um dos dois segmentos, nos quatro momentos de reversão. Talvez fruto da relação de força diferente entre o movimento realizado e os tipos de piso.

Cabe salientar que este estudo teve caráter descritivo-experimental exploratório, pois nenhum outro estudo sobre o saltar utilizando metodologia semelhante foi encontrado. Faz-se necessário outros estudos para um melhor entendimento da

organização espaço-temporal desta habilidade, bem como dos fatores relacionados aos aspectos cinéticos do movimento, para um melhor entendimento do controle e organização dos movimentos, e conseqüentemente do desenvolvimento motor do ser humano.

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, T.R. (1970). Training for the production of memorized movement patterns. **Technical Report No.26, Human Performance Center, University of Michigan.**
- BERNSTEIN, N.A. (1967). **The Co-ordination and Regulation of Movements.** London: Pergamon Press.
- BURGESS-LIMERICK, R.; ABERNETHY, B. & NEAL, R.J. (1991). Note: A statistical problem in testing invariance of movement using the phase plane model. **Journal of Motor Behavior**, 23, 4, 301-303.
- CLARK, J.E. (1986). The perception-action perspective: a commentary on Von Hofsten. In M.G. WADE & H.T.A. WHITING (Eds) **Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control.** Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.
- CLARK, J.E. & PHILLIPS, S.J. (1985). A developmental sequence of the standing long jump. In J.E. CLARK & J.H. HUMPHREY (Eds) **Motor Development: Current Selected Research.** Volume 1. Princeton, N.J.: Princeton Book.
- CLARK, J.E. & PHILLIPS, S.J. (1987). The Step Cycle organization of Infant Walkers. **Journal of Motor Behavior**, 19, 4, 421-433.
- CLARK, J.E.; PHILLIPS, S.J. & PETERSEN, R. (1989). Developmental stability in jumping. **Developmental Psychology**, 25, 6, 929-935.

- CLARK, J.E.; TRULLY, T.L. & PHILLIPS, S.J. (1990a). On the development of walking as a limit cycle system. In E. THELEN & L. SMITH (Eds) **Dynamical System in Development Application**. Cambridge: M. A. Press.
- CLARK, J.E.; TRULLY, T.L. & PHILLIPS, S.J. (1990b). A dynamical systems approach to understanding the development of lower limb coordination in locomotion. In H. BLOCH & B.I. BERTENTHAL (Eds) **Sensory-motor Organization and Development in Infancy and Early Childhood**. Netherlands: Kluwer Academics Publishers.
- CLARK, J.E. & WHITALL, J. (1989a). What is motor development? The lessons of history. *Quest*, 41, 183-202.
- CLARK, J.E. & WHITALL, J. (1989b). Changing patterns of locomotion: from walking to skipping. In M. H. WOOLLACOTT & A. SHUMWAY-COOK (Eds) **Development of Posture and Gait across the Life Span**. Columbia, S.C.: University of South Carolina Press.
- CRATTY, B. J. (1979). **Perceptual and Motor Development in Infants and Young Children**. 2^a ed., Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- DEOREO, K. & KEOGH, J. (1980). Performance of fundamental motor tasks. In C. B. CORBIN (Ed) **A Textbook of Motor Development**. 2^a ed.. Dubuque, Iowa: WCH.
- DIROCCO, J.P.; CLARK, J.E. & PHILLIPS, S.J. (1987). Jumping coordination patterns of mildly mentally retarded children. **Adapted Physical Activity Quarterly**, 4, 178-191
- FITCH, H.L.; TULLER, B. & TURVEY, M.T. (1982). The Bernstein perspective: III. Tuning of coordinative structures with special reference to perception. In J.A.S. KELSO (Ed) **Human Motor Behavior: an Introduction**. Hillsdale, N.J.: LEA.
- FITCH, H.L. & TURVEY, M.T. (1978). On the control of activity: some remarks from an ecological point of view. In D.M. LANDERS & R.W. CHRISTINA (Eds) **Psychology of Motor Behavior and Sport**. Champaign, Il.: Human Kinetics.
- GALLAHUE, D.L. (1982). **Understanding Motor Development in Children**. New York: John Wiley & Sons.

- GENTNER, D. (1982). Evidence against a central control model of timing in typing. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, **8**, 793-810.
- GESELL, A. (1928). **Infancy and Human Growth**. New York: Macmillan.
- GESELL, A. (1954). The ontogenesis of infant behavior. In L. CARMICHAEL (Ed) **Manual of Child Psychology**. New York: Wiley.
- GESELL, A. & THOMPSON, H. (1934). **Infant Behavior: Its Genesis and Growth**. New York: McGraw-Hill.
- GIBSON, J.J. (1966). **The Senses Considered as Perceptual Systems**. Boston: Houghton-Mifflin.
- GIBSON, J.J. (1979). **An Ecological Approach to Visual Perception**. Boston: Houghton-Mifflin.
- GRIEVE, D. (1968). Gait patterns and the speed of walking. **Biomedical Engineering**, **3**, 119-122.
- HAYWOOD, K. M. (1986). **Life Span Motor Development**. Champaign, IL: Human Kinetics.
- HELLEBRANDT, F. A.; RARICK, L. G.; GLASSOW, R. & CARNS, M. L. (1961). Physiological analysis of basic motor skills. Growth and development of jumping. **American Journal of Physical Medicine**, **40**, 14-25.
- KAY, B.A.; KELSO, J.A.S.; SALTZMAN, E.L. & SCHONER, G. (1987). Space-time behavior of single and bimanual rhythmical movements: data and limit cycle model. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, **13**, 178-192.
- KELSO, J.A.S.; HOLT, K.G.; RUBIN, P. & KUGLER, P. N. (1981). Patterns of human interlimb coordination emerge from the properties of nonlinear limit cycle oscillatory process: theory and data. **Journal of Motor Behavior**, **13**, 226-261.
- KELSO, J.A.S.; PUTMAN, C.A. & GOODMAN, D. (1983). On the space-time structure of human interlimb co-ordination. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, **35A**, 347-375.

- KELSO, J.A.S.; SALTZMAN, E.L. & TULLER, B. (1986). The dynamical perspective on speech production: data and theory. *Journal of Phonetics*, **14**, 29-59.
- KEOGH, J. & SUGDEN, D. (1985). *Movement Skill Development*. New York: Macmillan Publishing Company.
- KUGLER, P.N.; KELSO, J.A.S. & TURVEY, M.T. (1980). On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. theoretical lines of convergence. In G.E. STELMACH & J. REQUIN (Eds) *Tutorials in Motor Behavior*. New York: North-Holland.
- KUGLER, P.N.; KELSO, J.A.S. & TURVEY, M.T. (1982). On the control and co-ordination of naturally developing systems. In J.A.S. KELSO & J.E. CLARK (Eds) *The Development of Movement Control and Co-ordination*. New York: John Wiley & Sons Ltda.
- KUHN, T.S. (1989). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. Beatriz Vieira e Nelson Boeira. São Paulo: Ed. Perspectiva.
- McGRAW, M.B. (1935). *Growth: a Study of Johnny and Jimmy*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- McGRAW, M.B. (1940). Neural maturation as exemplified of bladder control. *The Journal of Pediatrics*, **16**, 580-590.
- McGRAW, M.B. (1969). *The Neuromuscular Maturation of the Human Infant*. New York: Hafner.
- MICHAELS, C.F. & CARELLO, C. (1981). *Direct Perception*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- MORRIS, A.M.; WILLIAMS, J.M.; ATWATER, A.E. & WILMORE, J. H. (1982). Age and sex differences in motor performance of 3 through 6 year old children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **53**, 3, 214-221.
- NEWELL, K.M. (1984). Physical constraints to development of motor skills. In J.R. THOMAS (Ed.) *Motor Development During Childhood and Adolescence*. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.
- NEWELL, K.M. (1985). Coordination, control and skill. In D. GOODMAN; R.B. WILBERG & I.M. FRANKS (Eds) *Differing Perspectives in Motor Learning, Memory and Control*. Amsterdam: North-Holland.



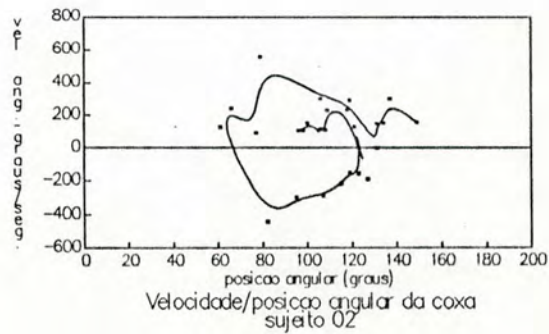
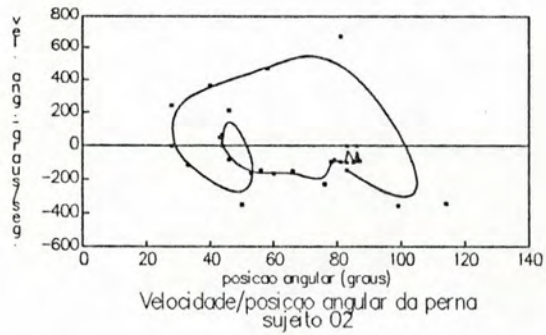
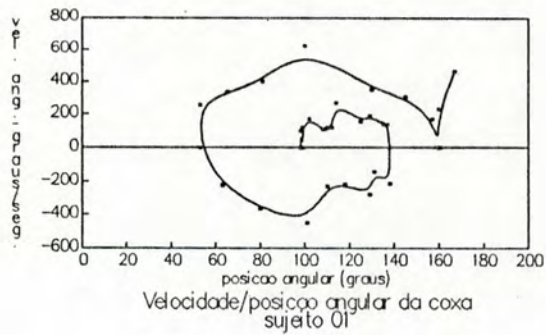
- NEWELL, K.M.; VAN EMMERICK, R.E.A. & McDONALD, P.N. (1989).
Biomechanical constraints and action theory. **Human Movement Science**, 8,
403-409.
- PETERSEN, R. (1984). The development of movement control parameters in jumping.
Dissertação de Doutorado: Universidade de Maryland, College Park.
- PHILLIPSON, M. (1905). L'autonomie et la centralization dans le systeme nerveux des
animaux. **Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut Solvay
(Bruxelles)**. 7, 1-208.
- RARICK, G.L. (1982). Descriptive research and process-oriented explanations of the
motor development of children. In J.A.S. KELSO & J.E. CLARK (Eds) **The
Development of Movement Control and Coordination**. Chechester: John Wiley
& Sons.
- ROBERTON, M.A. (1977). Stability of stage categorizations in motor development. In
D.M. LANDERS & R.W. CHRISTINA (Eds) **Psychology of Motor Behavior and
Sport**. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- ROBERTON, M.A. (1978). Stages in motor development. In M. RIDENOUR (Ed)
Motor Development: Issues and Applications. New Jersey: Princeton Book
Company.
- ROBERTON, M.A. (1986). Developmental changes in the relative timing of locomotion.
In H.T.A. WHITING & M.G. WADE (Eds) **Themes in Motor Development**.
Dordrecht: Martinus Nighoff.
- ROBERTON, M.A. & HALVERSON, L.E. (1984). **Developing Children Their
Champing Movement: a Guide for Teachers**. Philadelphia: Lea & Febiger.
- SCHMIDT, R.A. (1980). On the theoretical status of time motor-program representations.
In G. STELMACH & J. REQUIN (Eds) **Tutorials in Motor Behavior**.
Amsterdam: North-Holland.
- SCHMIDT, R.A. (1985). The search for invariance in skilled movement behavior.
Research Quarterly for Exercise and Sport, 56, 188-200.
- SHAPIRO, D.; ZERNICKE, R.; GREGOR, R. & DIESTEL, J. (1981). Evidence for
generalized motor program using gait patterns analysis. **Journal of Motor
Behavior**, 13, 33-47.

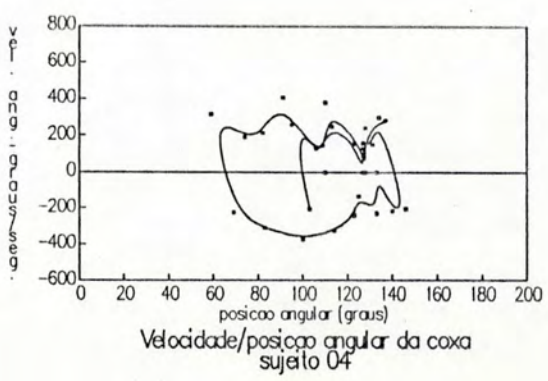
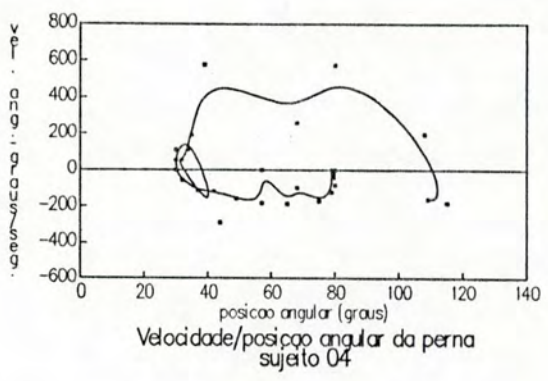
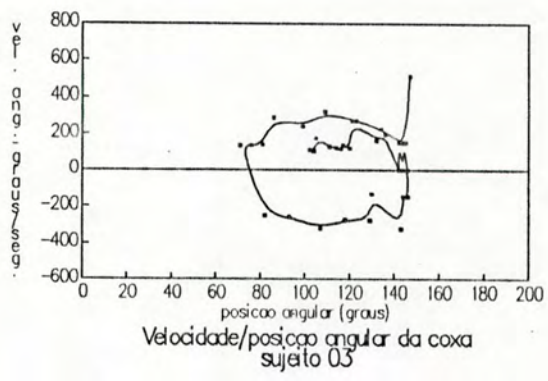
- SCHONER, G. & KELSO, J.A.S. (1988). Dynamic patterns generation in behavioral and neural systems. *Science*, **39**, 1513-1520.
- STEWART, M. J. (1980). Fundamental locomotor skills. In C. B. CORBIN (Ed) *A Textbook of Motor Development*. 2^a ed., Dubuque, Iowa: WCH.
- STEWART, M. J. & DEOREO, K. (1980). Motor skill developmental analysis: an introduction. In C. B. CORBIN (Ed) *A Textbook of Motor Development*. 2^a ed., Dubuque, Iowa: WCH.
- TERZULO, C. & VIVIANI, P. (1979). The central representation of learned motor patterns. In R. TALBOTT & D. HUMPHREY (Eds) *Posture and Movement*. New York: Raven.
- TERZULO, C. & VIVIANI, P. (1982). On the relation between word-specific patterns and the central control of typing: a replay to Gentner. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **8**, 811-813.
- THELEN, E. (1986). Development of coordinated movement: Implications for early human development. In M.G. WADE & W.T.A. WHITING (Eds) *Motor Development in Children. Aspects of Coordination and Control*. Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- THELEN, E. & FISHER, D.M. (1983). The organization of spontaneous leg movements in newborn infants. *Journal of Motor Behavior*, **15**, 353-377.
- TULLER, B.; TURVEY, M.T. & FITCH, H.L. (1982). The Bernstein Perspective: II. The concept of muscle linkage or coordinative structure. In J.A.S. KELSO (Ed) *Human Motor Behavior: an Introduction*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- TURVEY, M.T. (1977). Preliminaries to a theory of action with reference to vision. In R. SHAW & J. BRANSFORD (Eds) *Perceiving, Acting and Knowing*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- TURVEY, M.T.; FITCH, H.L. & TULLER, B. (1982). The Bernstein Perspective: I. The problems of degrees of freedom and context-conditioned variability. In J.A.S. KELSO (Ed) *Human Motor Behavior: an Introduction*. Hillsdale, N.J.: LEA.
- TURVEY, M.T. & SHAW, R.E. (1979). The primary of perceiving: an ecological reformulation of perception for understanding memory. In L.G. NILSSON (Ed)

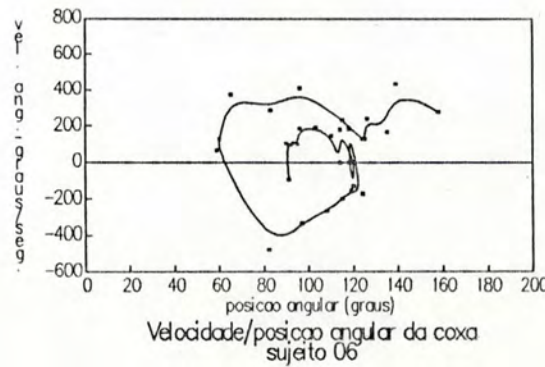
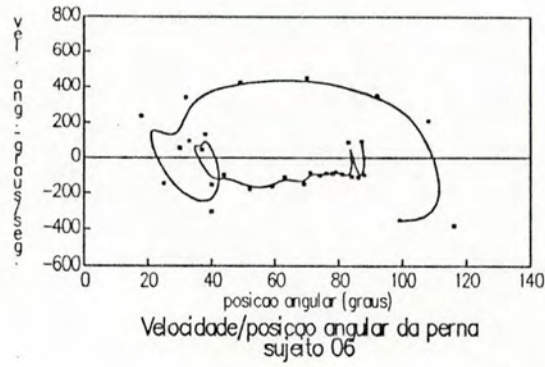
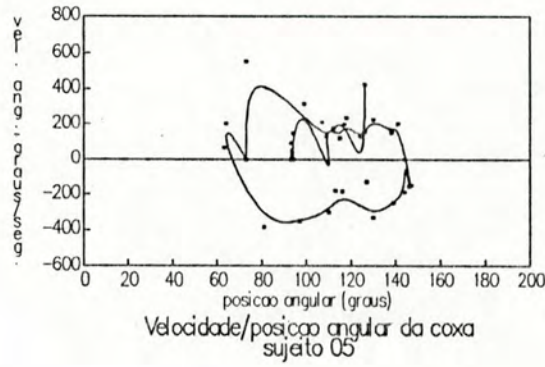
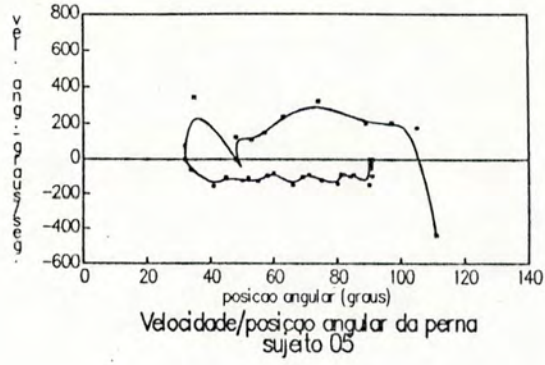
**Perspectives on Memory Research Essay in Honor of Uppsala University's
500th Anniversary. Hillsdale, N.J.: LEA.**

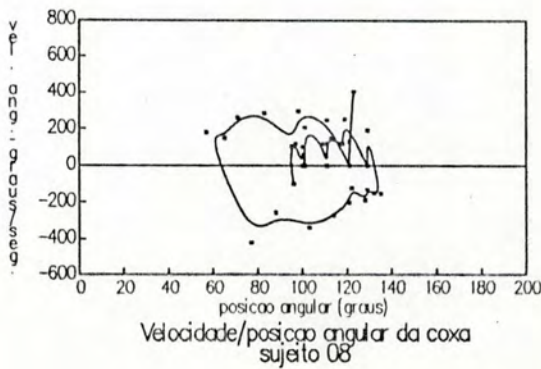
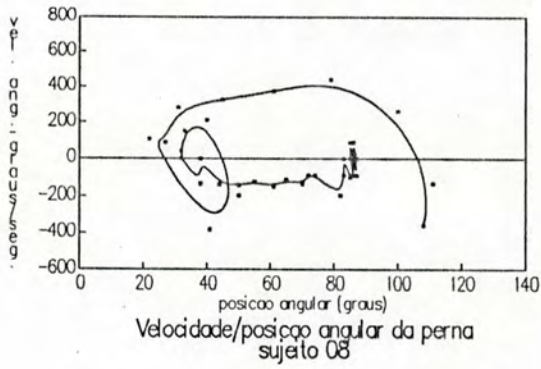
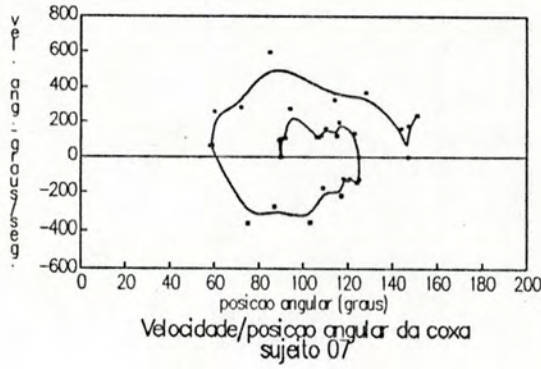
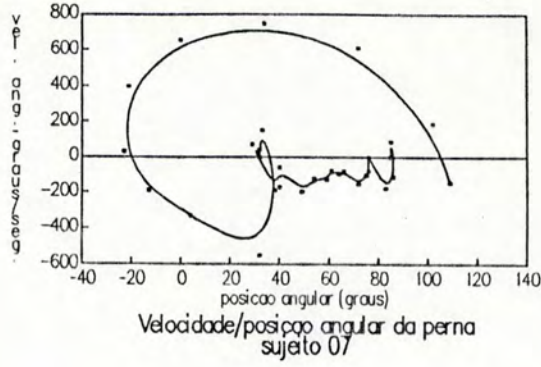
- ULRICH, B.D. (1989). Development of stepping patterns in human infants: a dynamical systems perspective. **Journal of Motor Behavior**, 21, 4, 392-408
- WHITALL, J. (1989). A developmental study of the interlimb coordination in running and galloping. **Journal of Motor Behavior**, 21, 4, 409-428.
- WICKSTROM, R. L. (1975). Developmental kinesiology: maturation of basic motor patterns. In J. H. WILMORE & J. F. KEOGH (Eds) **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 3.
- WICKSTROM, R.L. (1983). **Fundamental Motor Patterns**. 2a. ed. Philadelphia, Lea & Febiger.
- WILLIAMS, H. G. (1983). **Perceptual and Motor Development**. Englewood Chiffs, N. J.: Prentice-Hall.

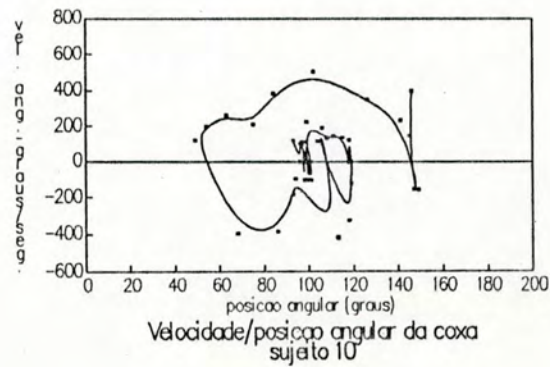
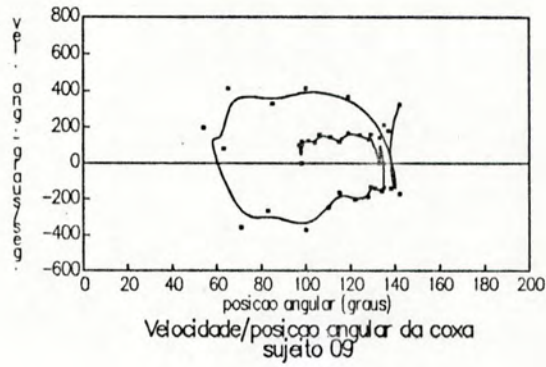
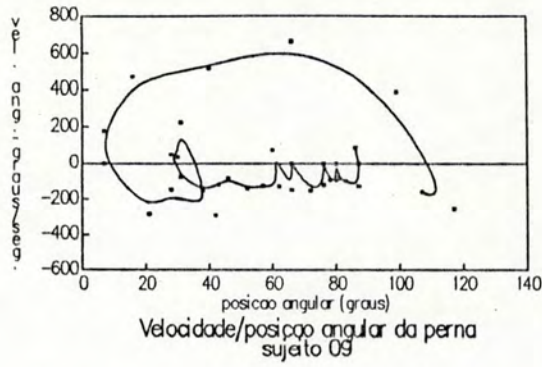
ANEXO 01 - Órbitas atrativas dos segmentos da perna e da coxa, na realização do saltar, piso de concreto.

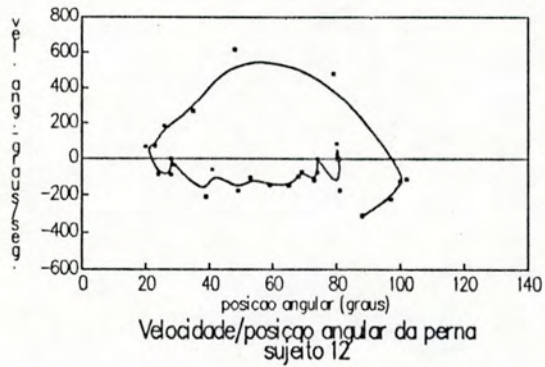
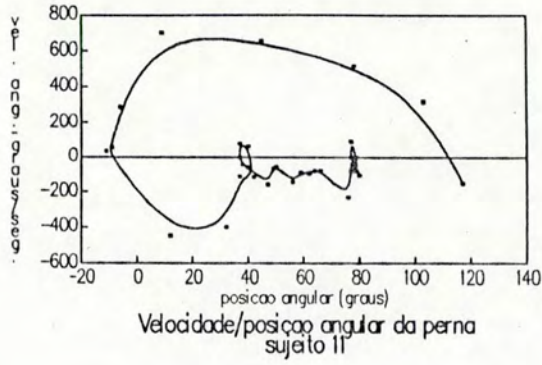


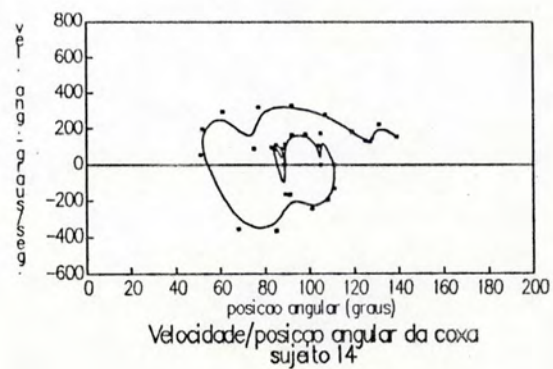
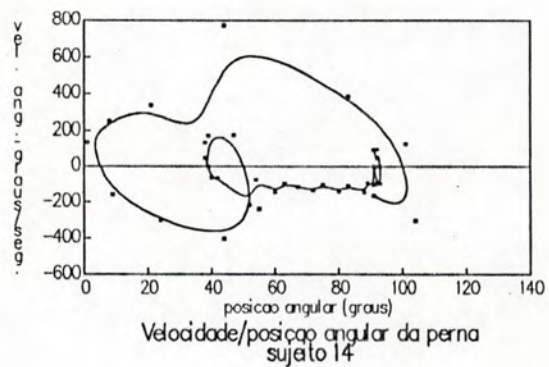
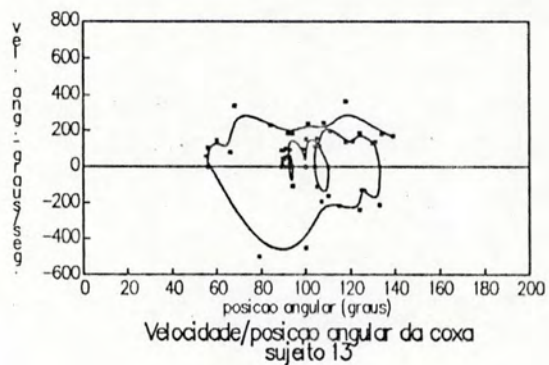
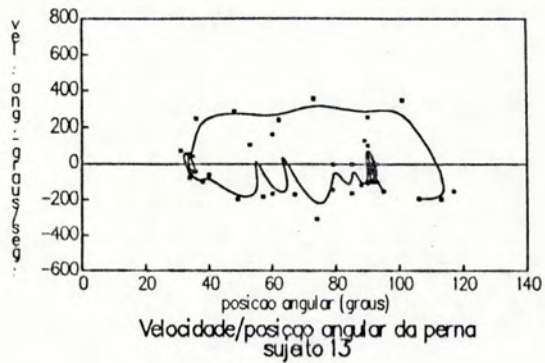


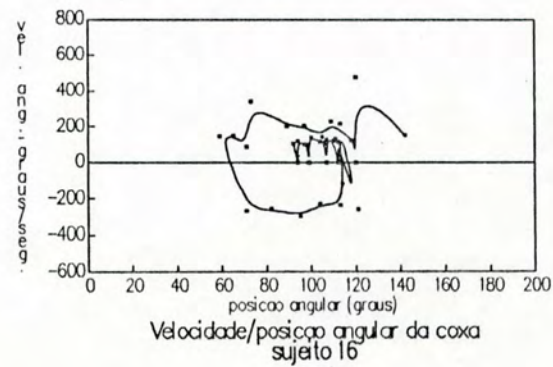
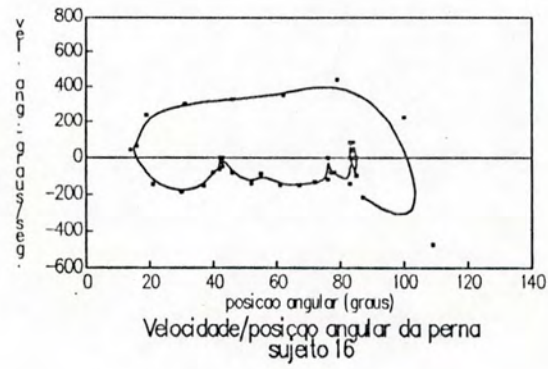
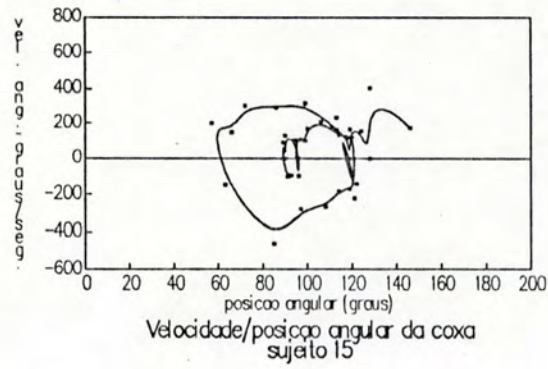
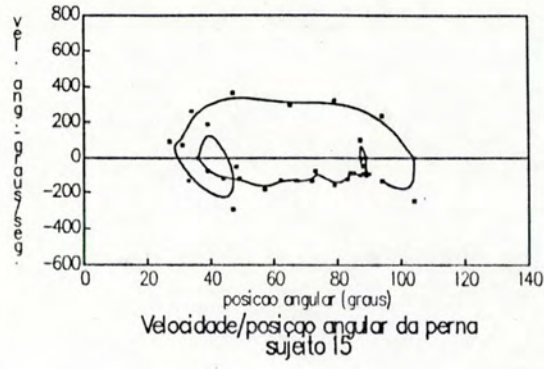


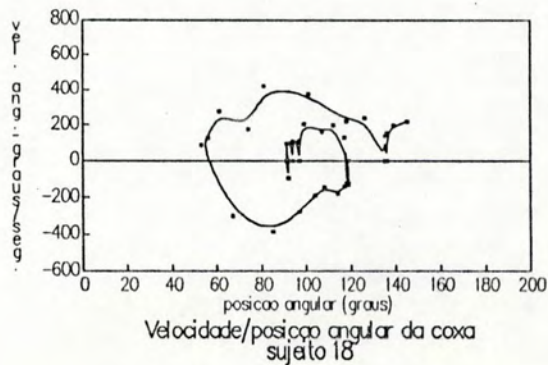
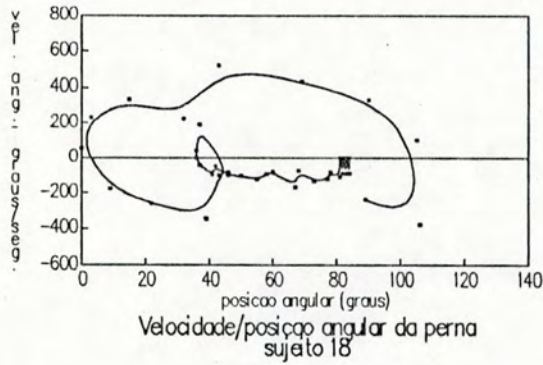
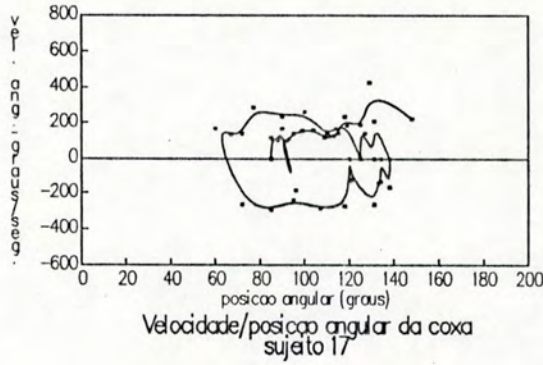
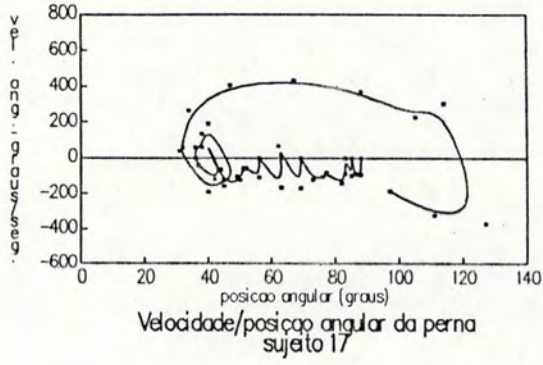


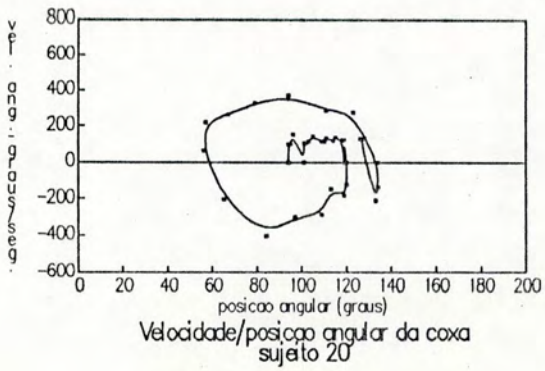
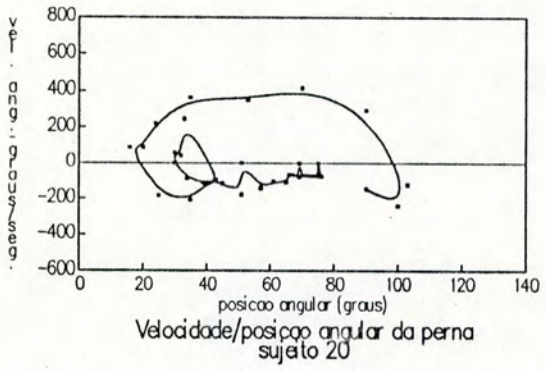
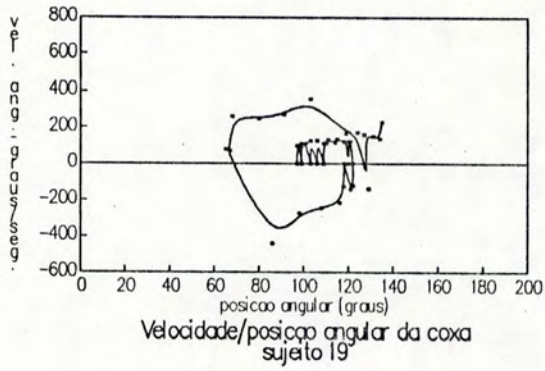
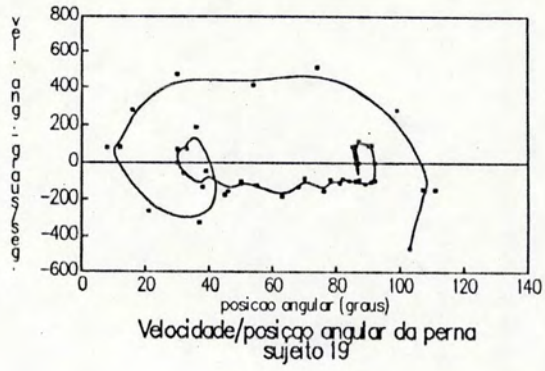


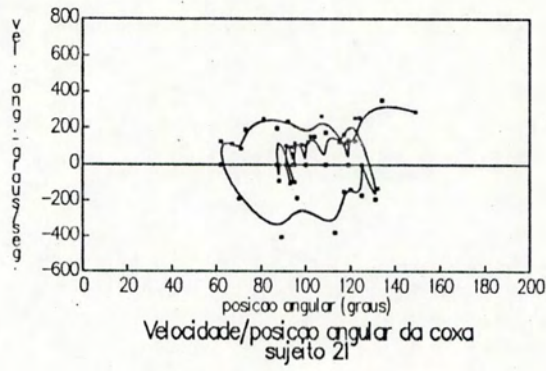
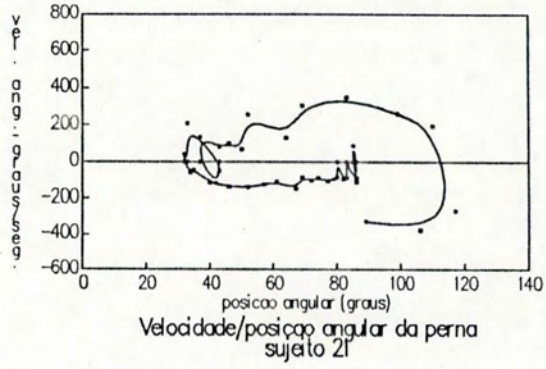




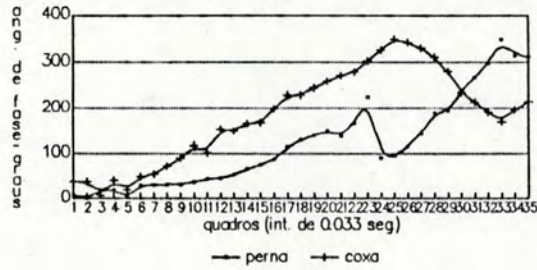




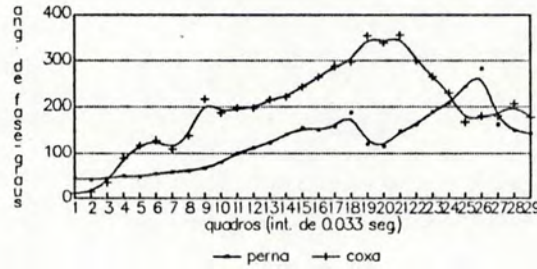




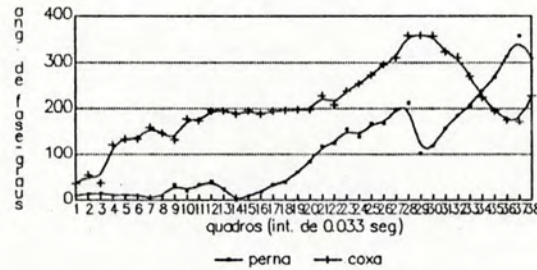
ANEXO 02 - Ângulos de fase dos segmentos da perna e da coxa, piso de concreto.



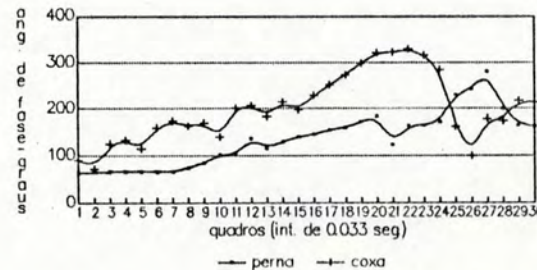
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 01



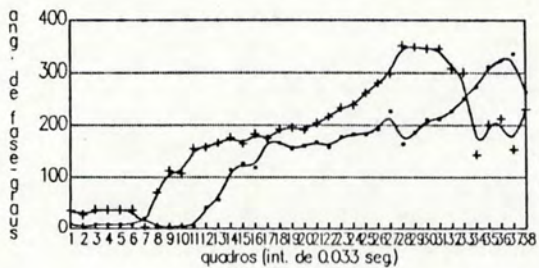
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 02



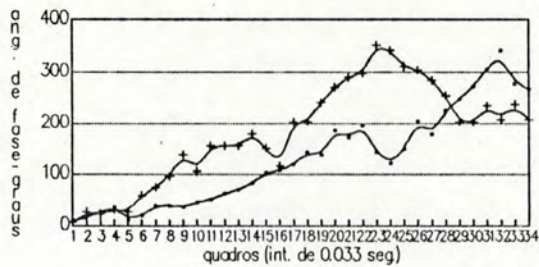
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 03



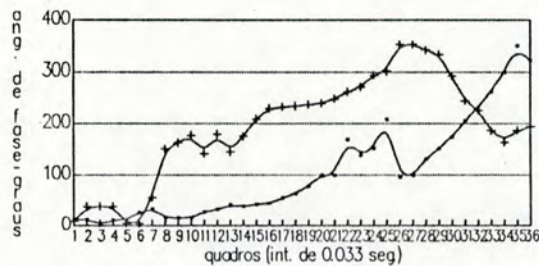
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 04



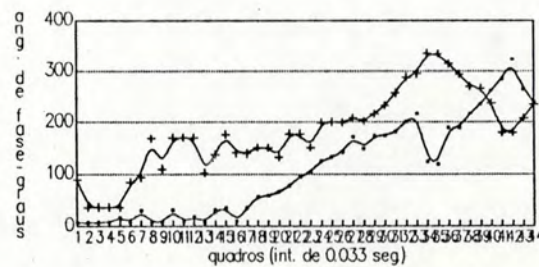
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 05



Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 06

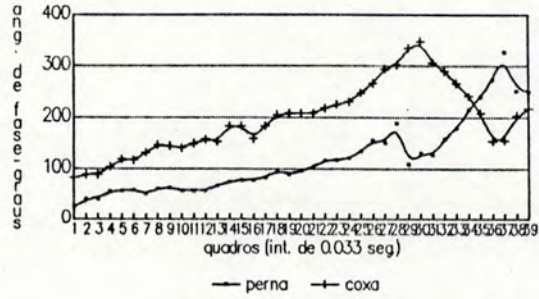


Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 07

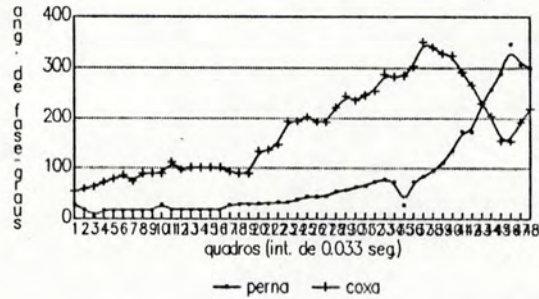


Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 08

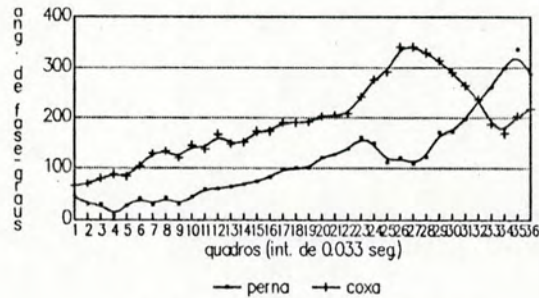




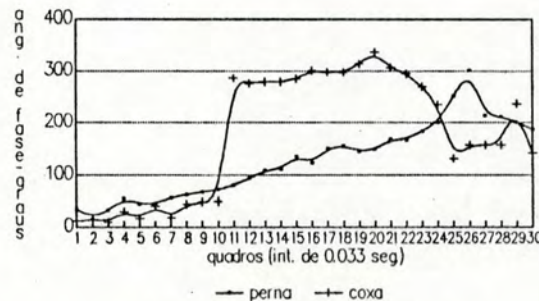
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 09



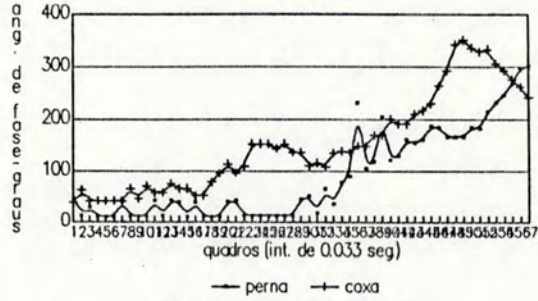
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 10



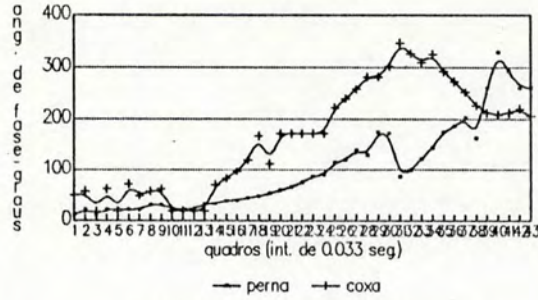
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 11



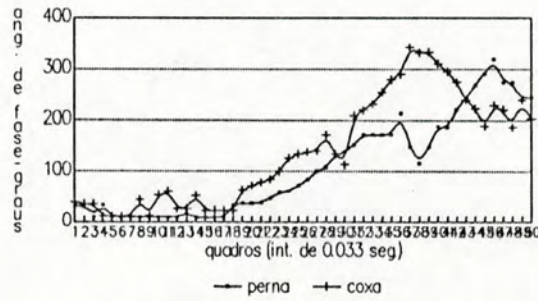
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 12



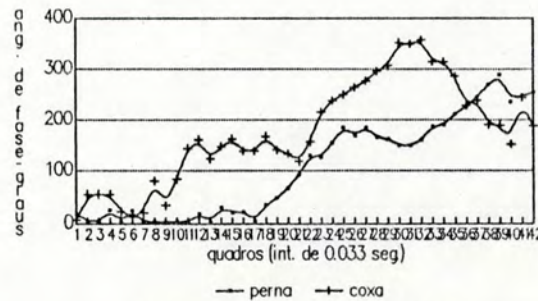
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 13



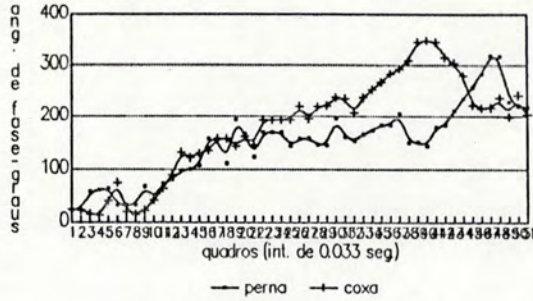
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 14



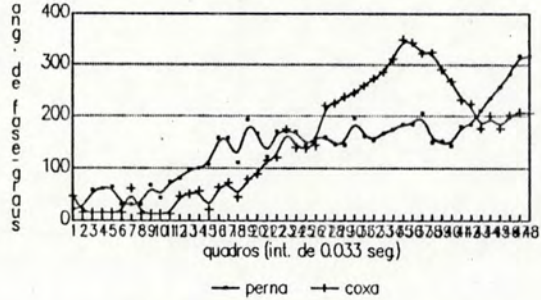
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 15



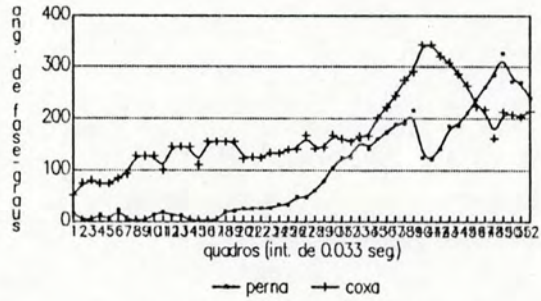
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 16



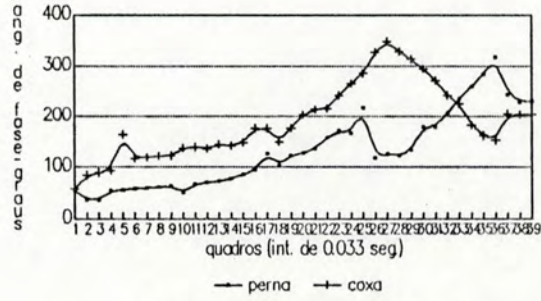
Angulos de fase da perna e da coxa
sujeito 17



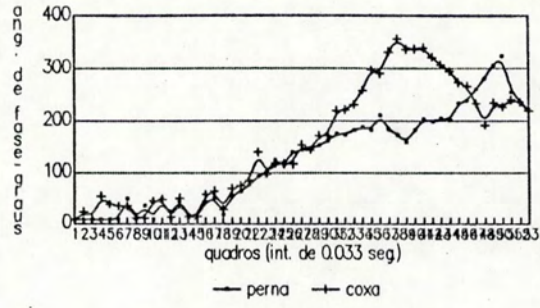
Angulos de fase da perna e da coxa
sujeito 18



Angulos de fase da perna e da coxa
sujeito 19

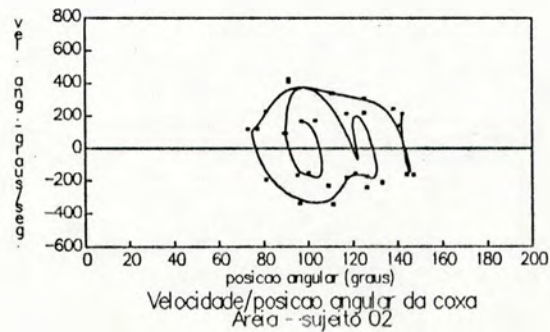
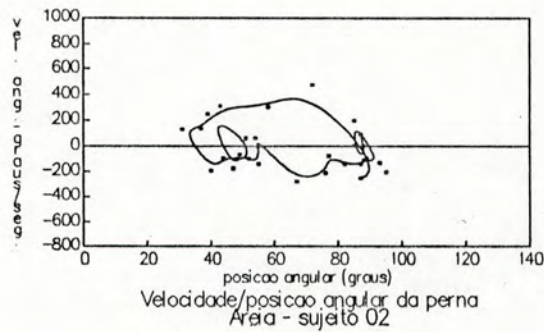
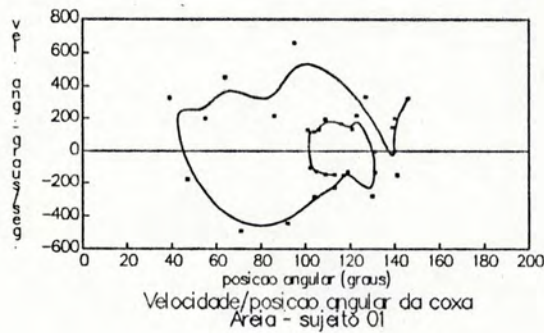
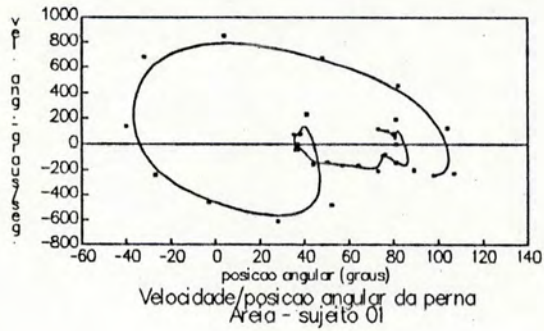


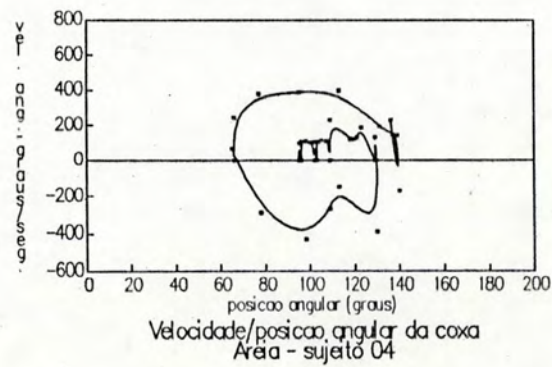
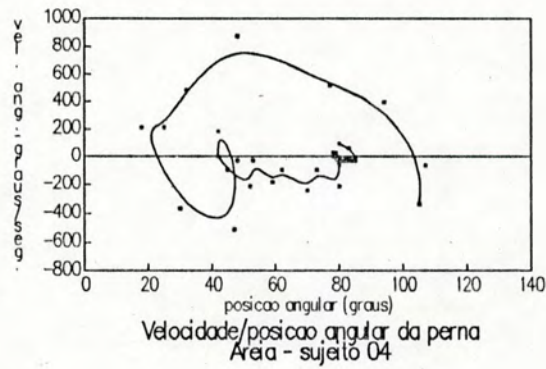
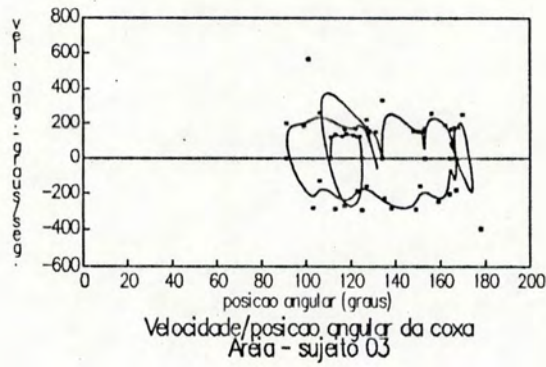
Angulos de fase da perna e da coxa
sujeito 20

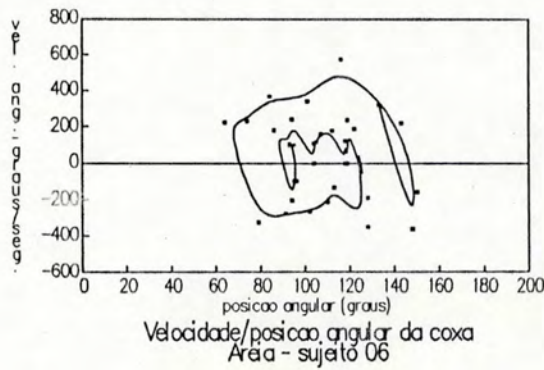
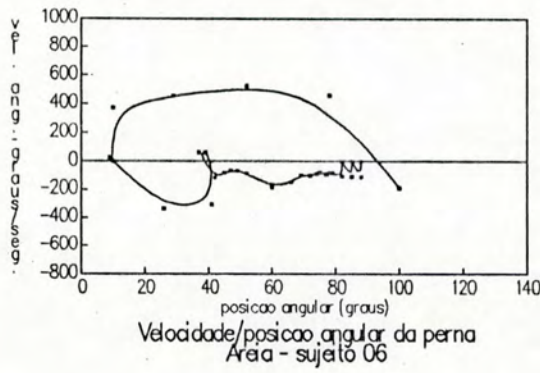
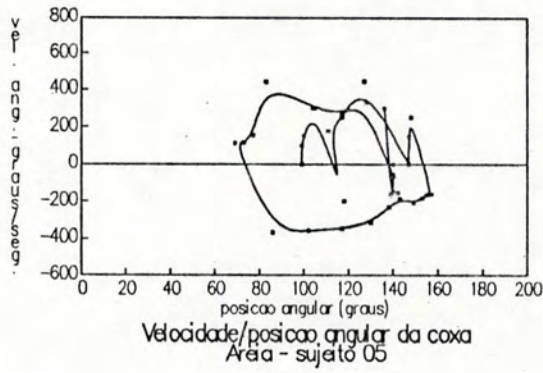
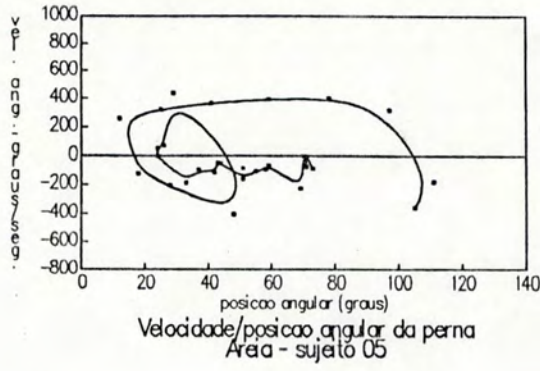


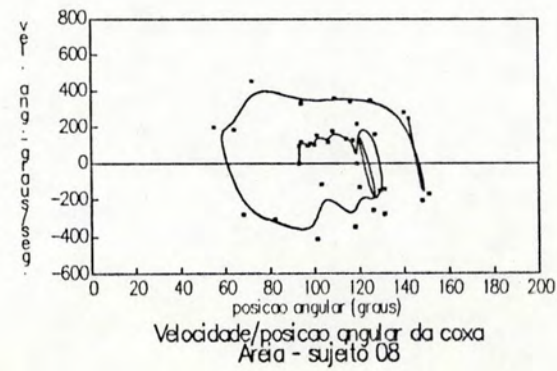
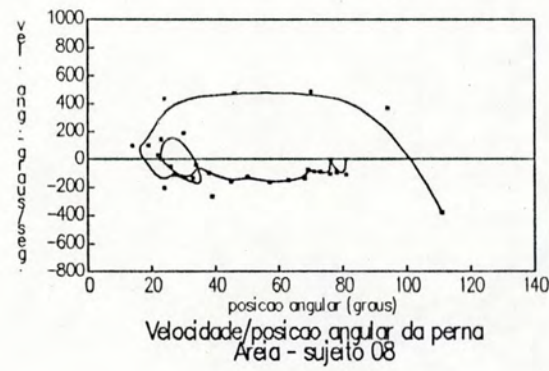
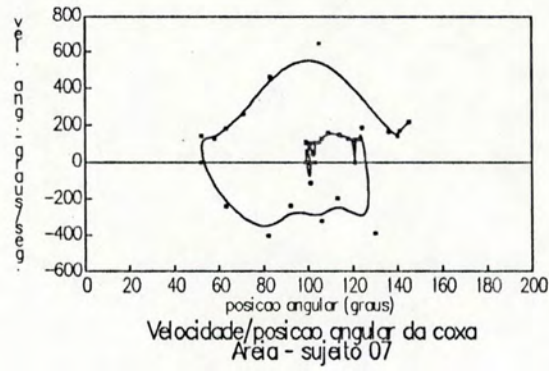
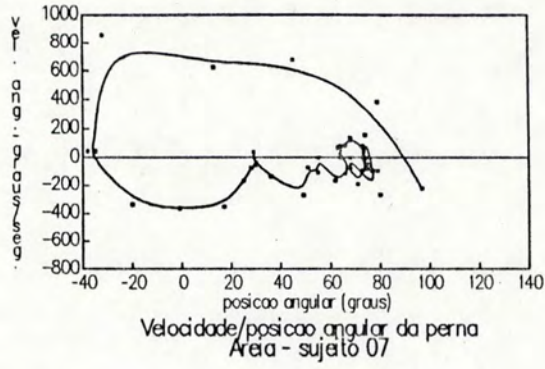
Ângulos de fase da perna e da coxa
sujeito 21

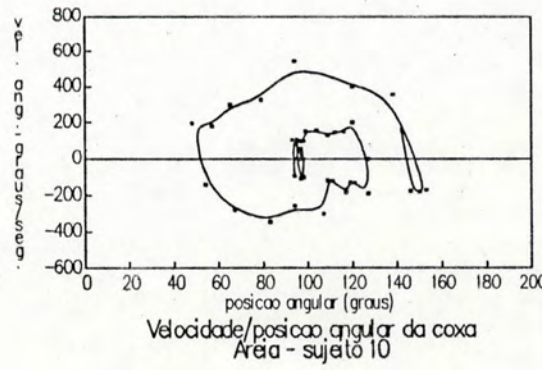
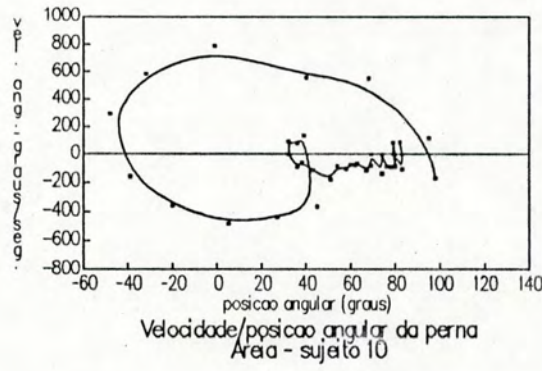
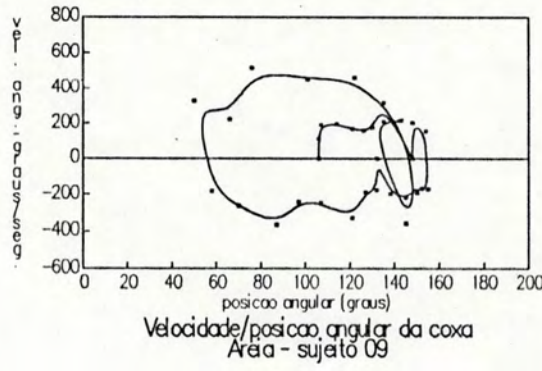
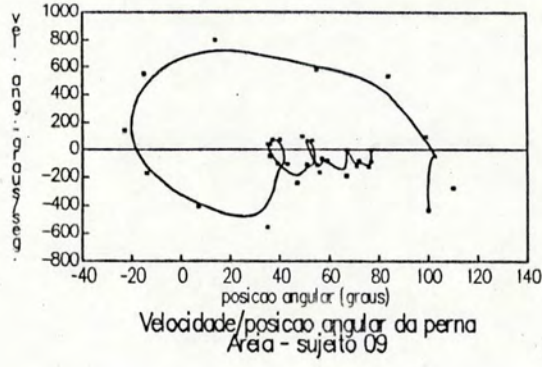
ANEXO 03 - Órbitas atrativas dos segmentos da perna e da coxa, na realização do saltar, piso de areia.

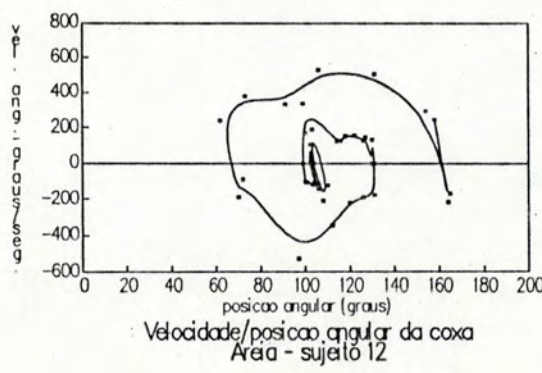
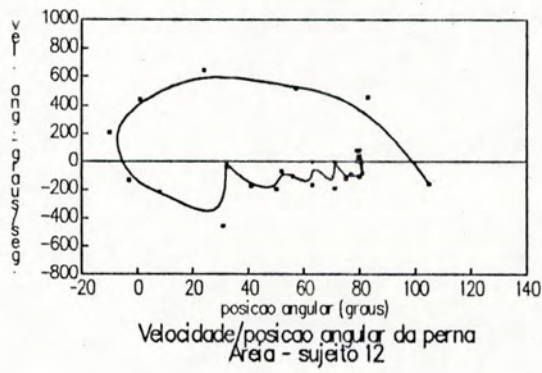
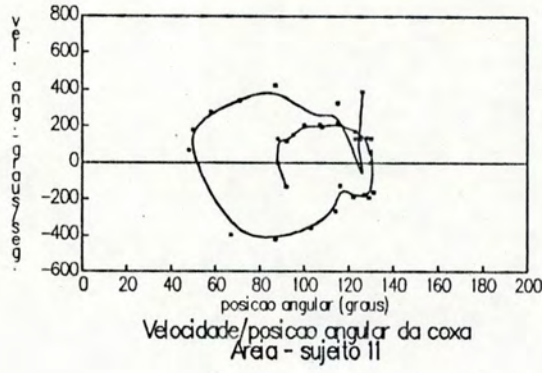
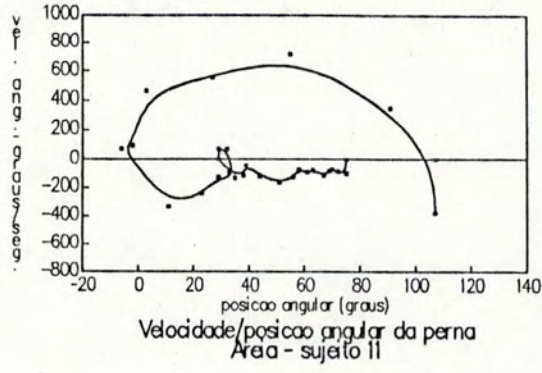


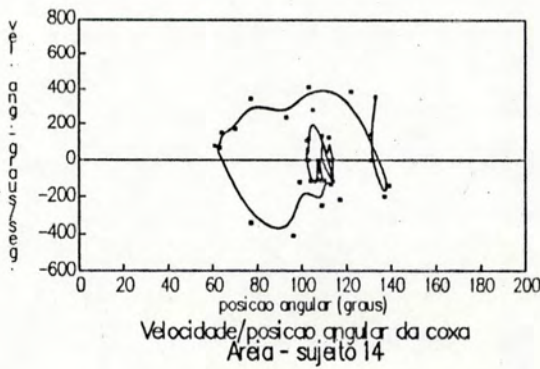
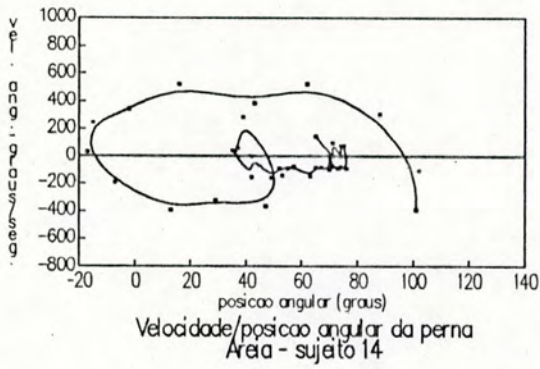
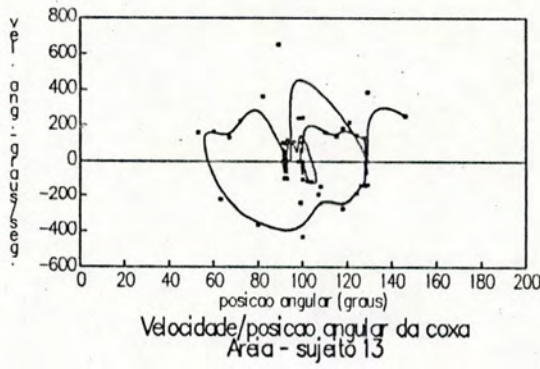
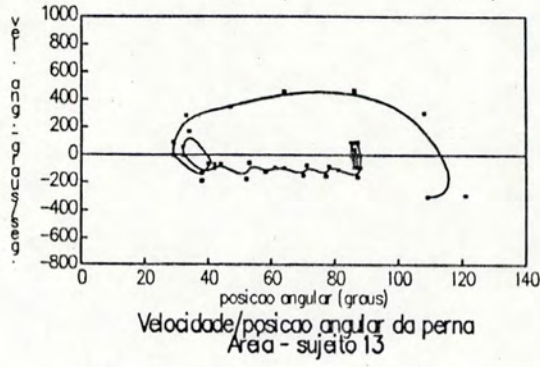


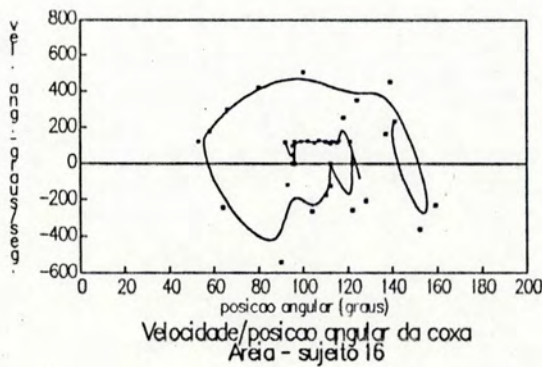
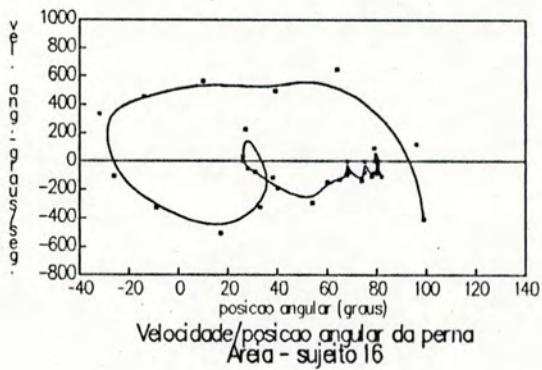
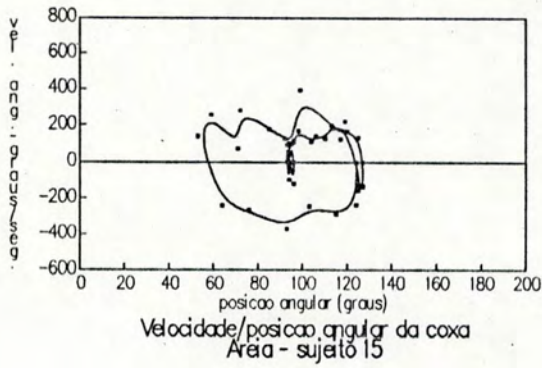
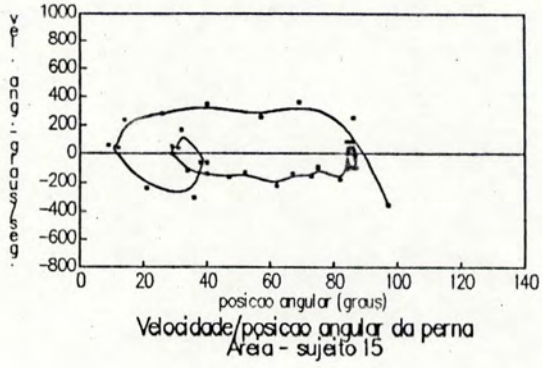


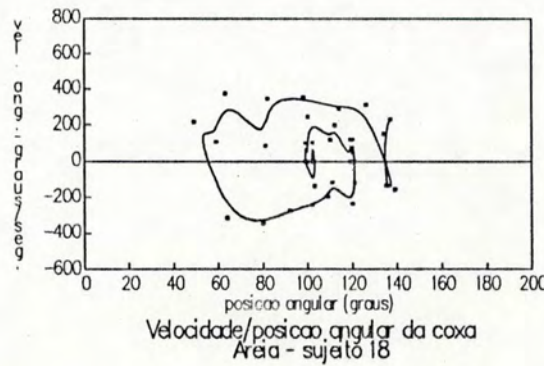
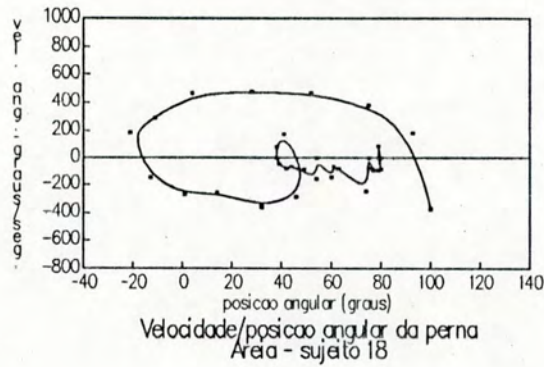
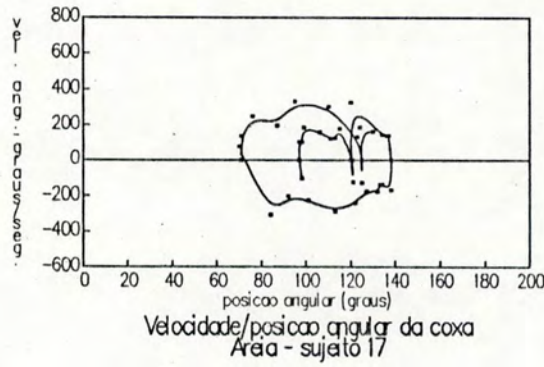
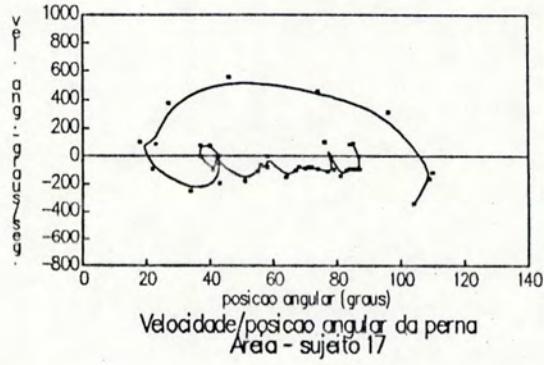


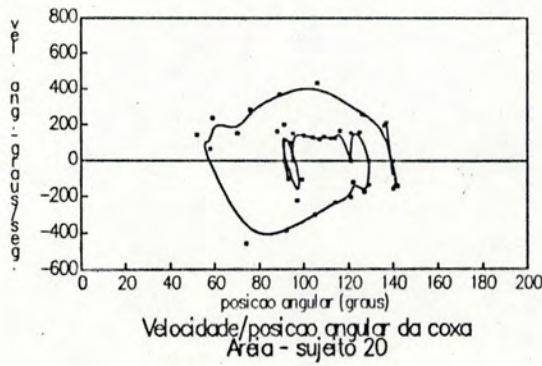
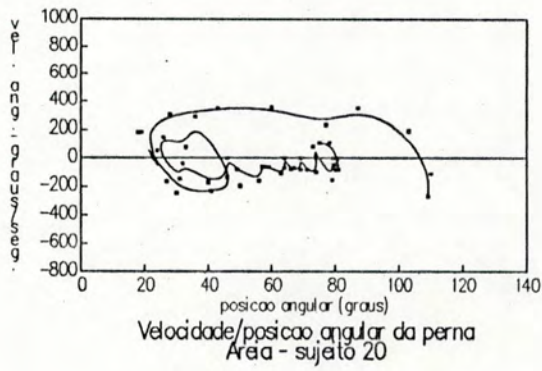
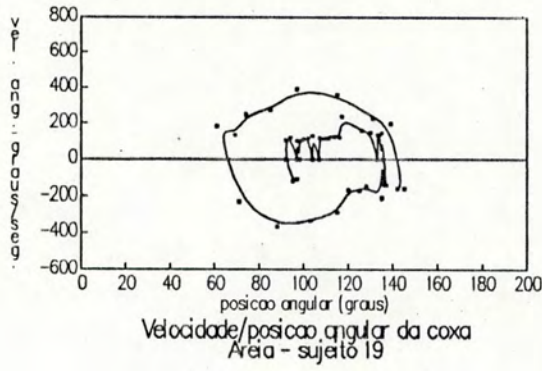
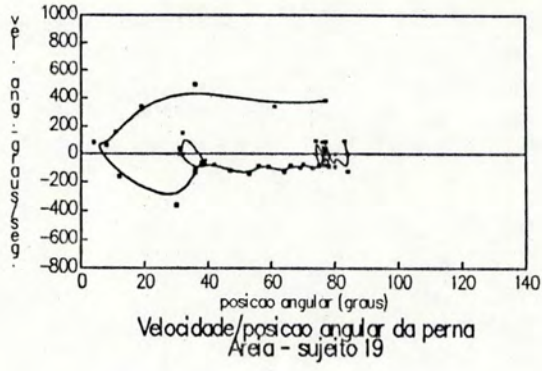


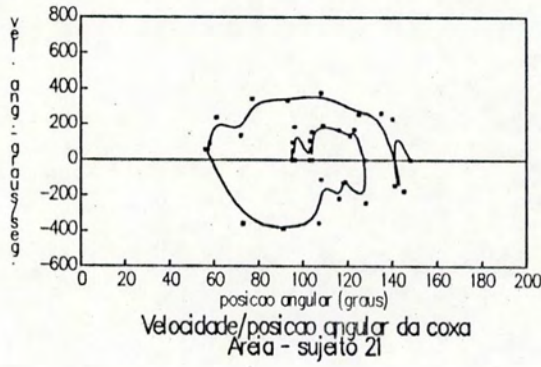
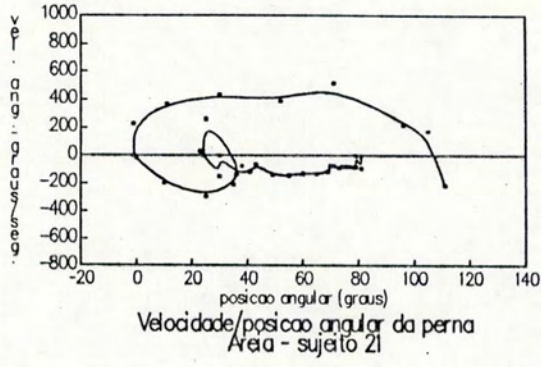




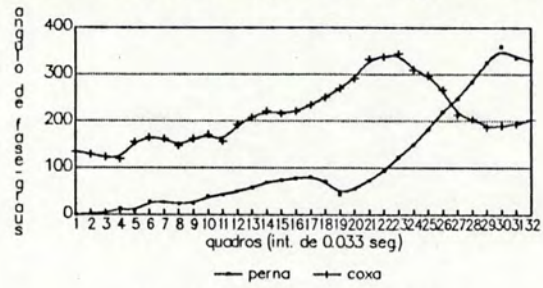




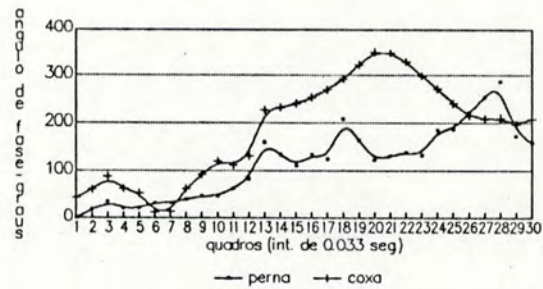




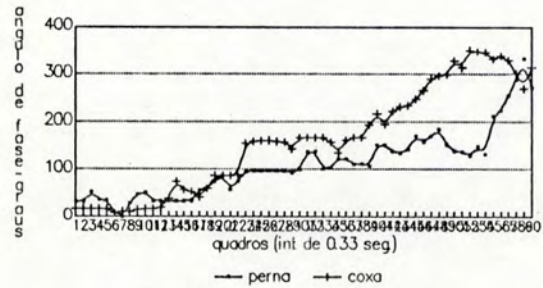
ANEXO 04 - Ângulos de fase dos segmentos da perna e da coxa, piso de areia.



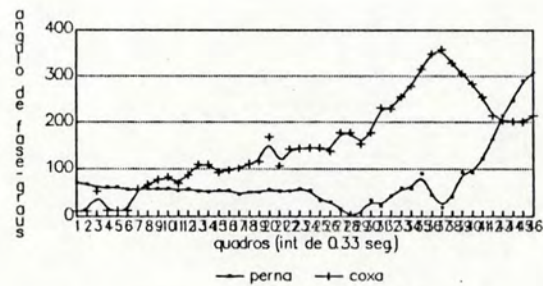
Angulo de fase da perna e da coxa
Areia - sujeito 01



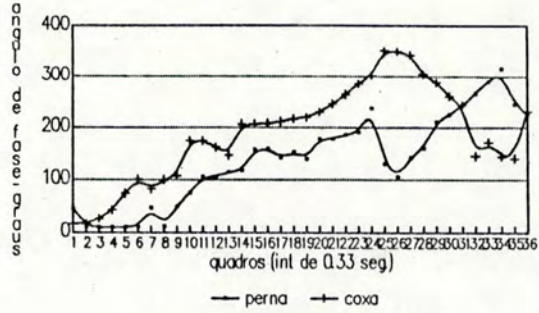
Angulo de fase da perna e da coxa
Areia - sujeito 02



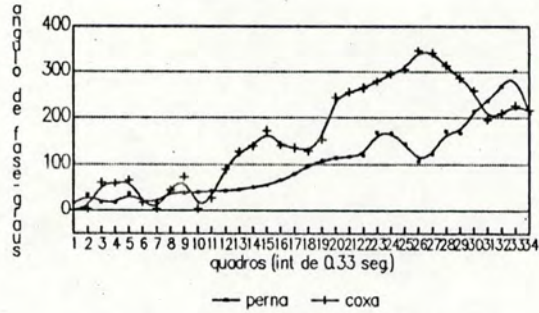
Angulo de fase da perna e da coxa
Areia - sujeito 03



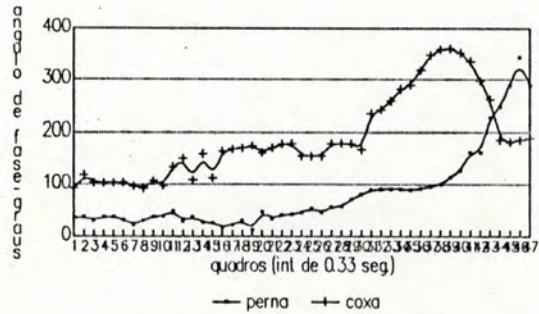
Angulo de fase da perna e da coxa
Areia - sujeito 04



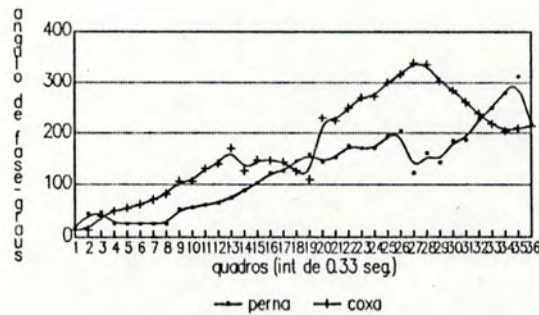
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 05



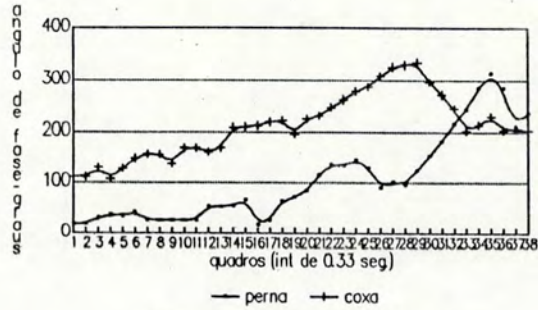
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 06



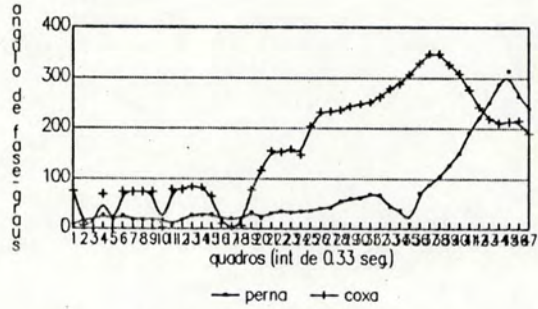
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 07



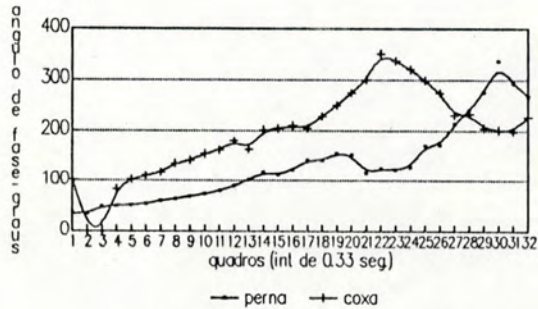
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 08



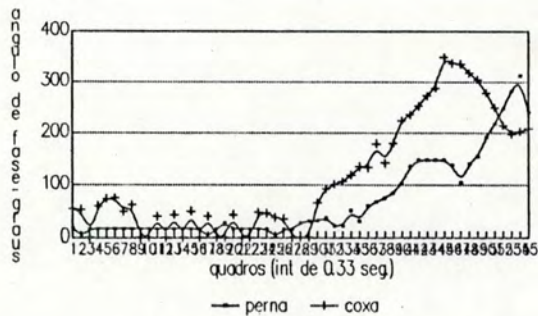
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 09



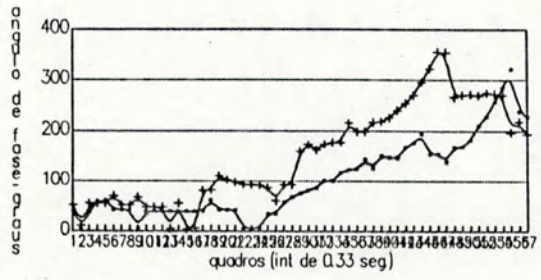
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 10



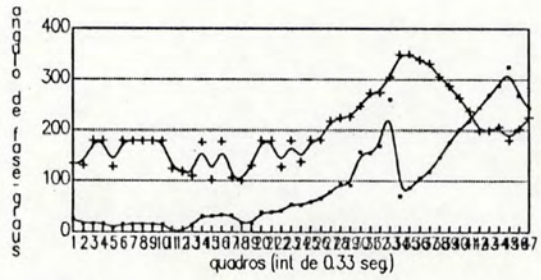
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 11



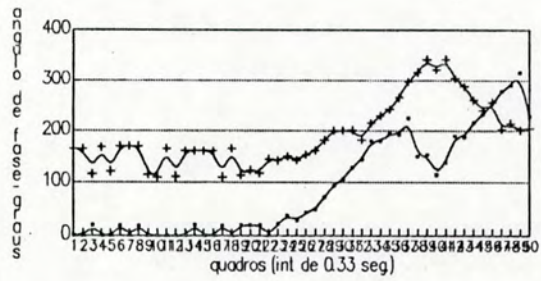
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 12



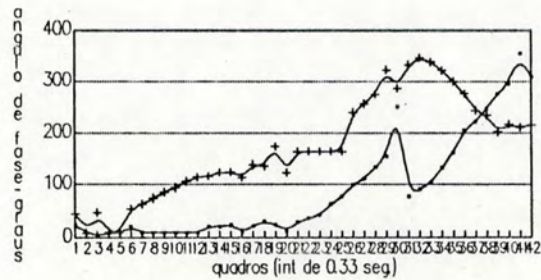
Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 13



Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 14

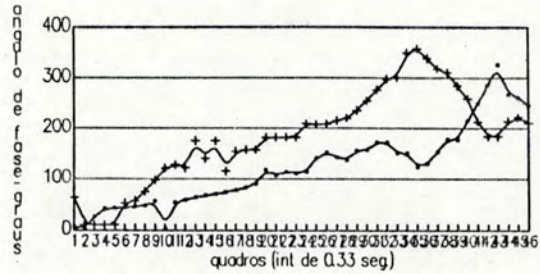


Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 15

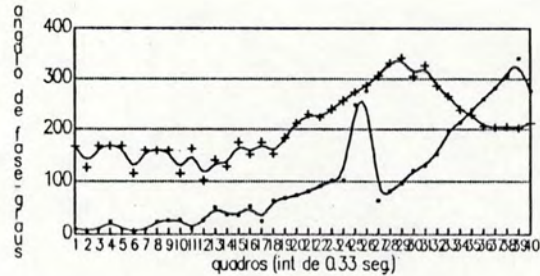


Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 16

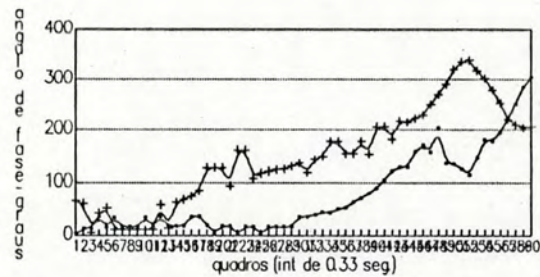




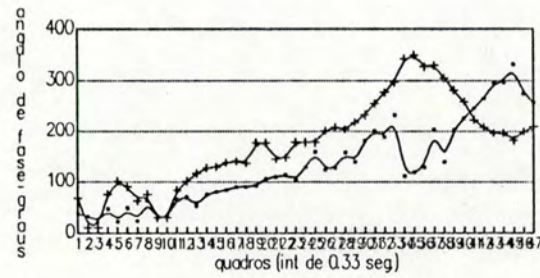
— perna —+ coxa
 Ângulo de fase da perna e da coxa
 Area - sujeito 17



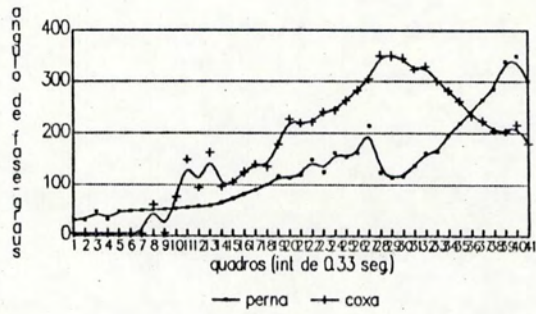
— perna —+ coxa
 Ângulo de fase da perna e da coxa
 Area - sujeito 18



— perna —+ coxa
 Ângulo de fase da perna e da coxa
 Area - sujeito 19



— perna —+ coxa
 Ângulo de fase da perna e da coxa
 Area - sujeito 20



Angulo de fase da perna e da coxa
Area - sujeito 21

APÊNDICE 01 - Valores dos ângulos de fase dos segmentos da perna e da coxa, nas quatro reversões e nos dois tipos de piso.

Primeira Reversão da Perna - Concreto

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	90	325
02	121	355
03	211	358
04	123	322
05	164	351
06	144	351
07	96	353
08	124	335
09	109	335
10	72	303
11	112	291
12	146	314
13	166	293
14	86	348
15	148	342
16	166	296
17	151	308
18	184	350
19	125	342
20	118	327
21	172	356

Segunda Reversão da Perna - Concreto

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	188	310
02	189	266
03	185	311
04	165	329
05	210	345
06	205	305
07	174	333
08	190	314
09	178	267
10	175	292
11	171	314
12	169	307
13	185	337
14	175	292
15	188	311
16	187	315
17	180	345
18	152	291
19	186	307
20	179	294
21	204	339

Primeira Reversão da Coxa - Concreto

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	114	228
02	124	215
03	129	196
04	103	201
05	166	175
06	119	204
07	44	229
08	125	199
09	98	205
10	73	254
11	98	190
12	94	276
13	122	201
14	115	222
15	152	209
16	156	238
17	158	220
18	159	219
19	125	162
20	127	203
21	143	154

Segunda Reversão da Coxa - Concreto

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	115	342
02	121	355
03	211	358
04	123	322
05	164	351
06	144	351
07	96	353
08	124	335
09	109	335
10	84	350
11	121	340
12	150	336
13	166	343
14	86	348
15	115	332
16	150	352
17	152	345
18	184	350
19	125	342
20	126	348
21	159	337

Primeira Reversão da Perna - Areia

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	73	332
02	122	348
03	137	313
04	46	348
05	131	349
06	107	345
07	89	289
08	123	337
09	91	309
10	71	328
11	116	300
12	137	336
13	152	321
14	68	349
15	148	316
16	77	331
17	124	357
18	63	305
19	136	289
20	111	341
21	123	350

Segunda Reversão da Perna - Areia

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	181	297
02	184	270
03	222	336
04	92	305
05	209	287
06	170	313
07	162	335
08	185	284
09	182	271
10	192	277
11	170	299
12	191	278
13	210	268
14	175	287
15	189	304
16	204	276
17	179	310
18	197	264
19	147	302
20	203	328
21	197	282

Primeira Reversão da Coxa - Areia

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	58	207
02	160	226
03	151	216
04	22	230
05	117	205
06	114	243
07	89	235
08	144	229
09	53	209
10	42	232
11	117	200
12	103	224
13	124	215
14	77	218
15	93	200
16	21	139
17	113	209
18	74	212
19	90	206
20	123	201
21	114	227

Segunda Reversão da Coxa - Areia

SUJEITOS	PERNA	COXA
01	94	337
02	122	348
03	148	346
04	46	348
05	131	349
06	107	345
07	100	357
08	123	337
09	97	329
10	88	347
11	124	351
12	106	335
13	154	355
14	68	349
15	152	341
16	90	345
17	151	349
18	82	330
19	126	335
20	111	341
21	123	350

APÊNDICE 02 - Análise de Variância dos ângulos de fase dos dois segmentos nas quatro reversões, em função dos grupos e em função dos dois pisos.

Primeira Reversão da Perna
Ângulo de Fase da Perna

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	3180.33	1060.11	0.638
Suj. no grupo	17	28204.16	1659.06	
Piso	1	6573.06	6573.06	11.925 *
Grupo x Piso	3	2603.86	867.95	1.574
Resíduo	17	9369.83	551.16	

* $p < .05$

Segunda Reversão da Perna
Ângulo de Fase da Perna

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	344.66	114.88	0.176
Suj. no grupo	17	1091.83	652.46	
Piso	1	4.26	4.26	0.127
Grupo x Piso	3	1141.46	380.48	1.140
Resíduo	17	5670.50	333.55	

Primeira Reversão da Coxa
Ângulo de Fase da Perna

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	5206.98	1735.66	1.262
Suj. no grupo	17	23362.75	1374.27	
Piso	1	6262.81	6262.81	7.586
Grupo x Piso	3	4806.58	1602.19	1.940
Resíduo	17	14035.41	825.61	

Segunda Reversão da Coxa
Ângulo de Fase da Perna

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	2366.60	788.86	0.582
Suj. no grupo	17	3012.33	1353.66	
Piso	1	4717.06	4717.06	8.799 *
Grupo x Piso	3	1239.73	413.24	0.770
Resíduo	17	9112.66	536.03	

* $p < .05$

Primeira Reversão da Perna
Ângulo de Fase da Coxa

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	2670.85	890.28	2.407
Suj. no grupo	17	6287.08	369.82	
Piso	1	190.81	190.81	0.366
Grupo x Piso	3	583.65	194.55	0.373
Resíduo	17	8848.41	520.49	

Segunda Reversão da Perna
Ângulo de Fase da Coxa

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	772.18	257.39	0.371
Suj. no grupo	17	11779.41	692.90	
Piso	1	2394.01	2394.01	6.631
Grupo x Piso	3	706.85	235.61	0.652
Resíduo	17	6137.08	361.00	

Primeira Reversão da Coxa
Ângulo de Fase da Coxa

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	4837.06	1612.35	3.517
Suj. no grupo	17	7792.00	458.35	
Piso	1	653.40	653.40	1.283
Grupo x Piso	3	4586.33	1528.77	3.003
Resíduo	17	8653.00	509.00	

Segunda Reversão da Coxa
Ângulo de Fase da Coxa

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Grupo	3	112.33	37.44	0.391
Suj. no grupo	17	627.16	95.71	
Piso	1	0.06	0.06	0.0009
Grupo x Piso	3	5.93	1.97	0.032
Resíduo	17	1032.16	60.71	

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Angelo Barela', written in a cursive style.

José Angelo Barela
Autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricardo D. S. Petersen', written in a cursive style.

Prof. Dr. Ricardo D. S. Petersen
Orientador