



## A BIOMECÂNICA DO CHUTE FRONTAL DO KARATE

A.K.S. Carvalho<sup>1</sup>, A.M.A.Pessoa<sup>2</sup>, J.H. Souza<sup>3</sup>

1- Gerência de Formação – CEFET-RN

Ensino Médio

E-mail:

2- Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes – UFRN

Departamento de História

E-mail: [alvarotenkamusou@hotmail.com](mailto:alvarotenkamusou@hotmail.com)

3- Gerência de Tecnologia Industrial – CEFET-RN

Grupo de Biomecânica do Esporte

Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN

E-mail: [ricky@cefetrn.br](mailto:ricky@cefetrn.br)

### RESUMO

O presente trabalho apresenta um relato sobre as bases biomecânicas para fundamentar o estudo cinemático das técnicas marciais. Neste trabalho faz-se um estudo estático e dinâmico do chute frontal a fim de se obter equações matemáticas capazes de traduzir esta técnica para um sistema de avaliação computadorizado, levando assim ao desenvolvimento de novas tecnologias e/ou equipamentos. Neste primeiro momento são apresentados apenas os estudos sobre o movimento propriamente dito o que possibilitou o desenvolvimento de gráficos de trajetória, os quais serão utilizados para obtenção de modelos matemáticos e sua posterior simulação.

PALAVRAS-CHAVE: arte marcial; biomecânica; modelagem matemática; trajetória .

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução do homem pode ser traçada através da evolução do modo de andar, deixando as árvores para enfrentar a grande savana africana e para vencer as grandes distâncias a forma de andar sobre duas pernas se tornava cada vez mais necessária, pois oferecia a possibilidade de deslocamento e alimentação simultaneamente, evitando os grandes predadores.

Os perigos não se limitavam apenas aos predadores naturais, mas proviam também de tribos (clãs) rivais que lutavam por território, alimento e fêmeas, obrigando o homem primitivo a desenvolver técnicas de combate eficientes o bastante para garantir sua segurança e a sobrevivência de seus dependentes.

## 2. A BIOMECÂNICA DO MOVIMENTO HUMANO

A Biomecânica é a ciência que busca explicar como as formas de movimento dos corpos de seres vivos acontecem na natureza a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos (Hirata, 2002).

*“Na análise do movimento humano, a determinação das forças internas tem extrema relevância. Com essa análise, estudos podem contribuir para entender o controle do movimento e sobrecarga no aparelho locomotor, contribuindo de forma efetiva na busca de parâmetros de eficiência do movimento e proteção desse aparelho.”*

Andar é a forma mais fundamental de locomoção para os seres humanos, ainda que seja um padrão de movimento bastante complexo. Quanto aos membros inferiores, esta forma de movimento consiste em uma troca alternada e cíclica de contato dos pés com o chão (Figura 1A). Numa primeira aproximação, cada membro inferior do ser humano durante o andar pode ser entendido como um pêndulo (McGeer, 1993) e enquanto estiver em contato com o solo se comporta como um pêndulo invertido (Figura 1B), podendo ser analisado sob a ótica de um pêndulo duplo articulado no joelho.

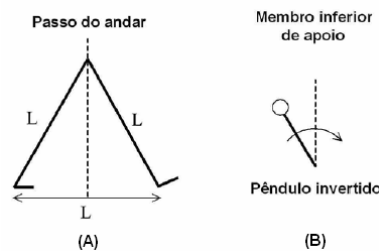


Figura 1 – Modelo dos membros inferiores para o andar.

O movimento de andar nada mais é do que a troca sucessiva da perna de apoio (Mochon & McMahon, 1980), logo podemos dividi-lo em fases:

- Fase de Sustentação Simples;
- Fase de Sustentação Dupla;
- Fase de Balanço.

Cada fase pode ser caracterizada por modificações físicas. A fase de sustentação simples ocorre quando apenas um dos membros inferiores está em contato com o chão. A fase de sustentação dupla é o breve instante em que os dois membros tocam a superfície e a fase de balanço se dá durante o deslocamento de um dos membros, ocorrendo desde a saída da perna posterior até o instante em ela volta a tocar o chão à frente da perna anterior, tomando seu lugar (Figura 2). Portanto, o balanço ocorre enquanto o corpo está apoiado sobre uma única perna, sendo a diferença primordial entre a fase de balanço e a de apoio simples é o fato de que durante o apoio simples um dos membros poderá estar unicamente suspenso no ar e no balanço o membro suspenso deverá estar em deslocamento.

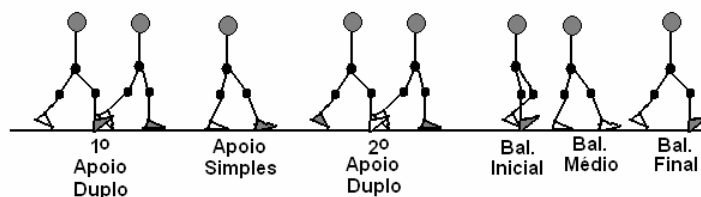


Figura 2 – Fases do andar.

Um componente fundamental no controle de locomoção é a habilidade de transferir o peso de uma perna para a outra (Kirtley, 2004).

## 2.1. EIXOS PRINCIPAIS

Para analisarmos do movimento humano necessitamos de um sistema de coordenadas fixo no corpo humano e capaz de prover a relação entre este e um sistema inercial de referência. Portanto, utilizaremos um sistema de coordenadas que coincide com os eixos principais (Carr, 1998 – McGinnis, 2002 – Hall, 2003) –linhas imaginárias que cortam o corpo humano, sendo ortogonais entre si e o ponto de encontro entre eles é o centro de massa.

Os eixos principais são denominados de Longitudinal (Fig. 3a), Transversal (Fig. 3b) e Frontal (Fig. 3c).

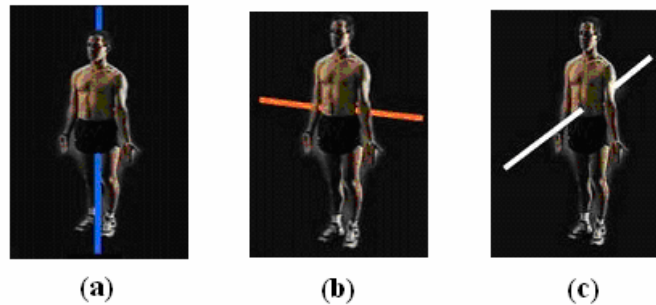


Fig. 3 – Eixos principais longitudinal, transversal e frontal.

## 2.2. PLANOS PRINCIPAIS

Os planos principais são formados por pares dos eixos principais e dividem o corpo humano em metades simétricas que podem ser utilizados na análise dos movimentos realizados em duas dimensões (Carr, 1998 – McGinnis, 2002 – Hall, 2003).

Os planos principais são o Sagital (Fig. 4a), o Frontal (Fig. 4b) e o Transversal (Fig. 4c).

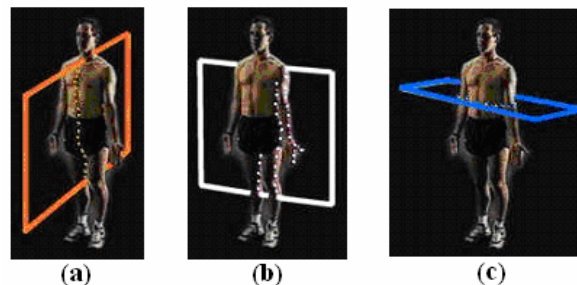


Fig. 4 – Planos principais: sagital; frontal e transversal.

## 2.3. ARTICULAÇÕES INFERIORES

Os membros do corpo humano são providos de articulações capazes de se adaptar as diferentes situações que o indivíduo possa vivenciar, dando-lhe um certo número de graus de liberdade. As articulações inferiores são quadril, joelho e tornozelo.

A articulação do quadril é responsável pela movimentação da perna (coxa, joelho, canela, tornozelo e pé) e o movimento que realiza no plano sagital é o de extensão e flexão frontal da perna (Fig. 5).



Fig. 5 – Movimento de flexão e extensão do quadril.

A articulação do joelho responde pelo movimento angular existente no meio da perna, permitindo a adaptação da perna às diferentes superfícies durante o caminhar (subida, descida ou plano). Portanto, é responsável pela união entre a coxa e a canela e realiza apenas um único movimento (Fig. 6), que ocorre no plano sagital.



Fig. 6 – Movimento de flexão e extensão do joelho.

A articulação do tornozelo é responsável pela transmissão das irregularidades sentidas pelos pés ao restante da perna, dando ao corpo a adaptação necessária para que ocorra o equilíbrio sobre os pés. O tornozelo é responsável pela união entre a canela e o pé, podendo realizar movimentos de flexão e extensão (Fig. 7), plano sagital.



Fig. 7 – Movimento de flexão e extensão do tornozelo.

### 3. CHUTE FRONTAL

Dentre as diferentes técnicas existentes no karate foi escolhido para este estudo o chute frontal por ser um movimento que se executa para frente e permite sua realização durante o deslocamento sem desviar o olhar do alvo. O treinamento do chute frontal inicia-se na posição parada (Lubes, 1994), onde os pés podem estar juntos – calcanhares unidos e ponta dos pés afastados (Fig. 8a) – ou separados lateralmente pela distância dos quadris (Fig. 8b).

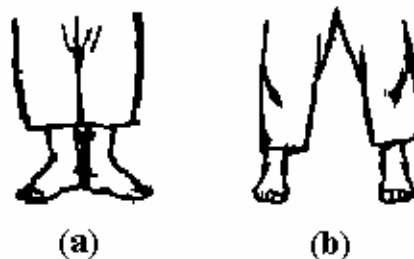


Fig. 8 – Posição inicial para treinamento do chute frontal.

O chute frontal é executado levantando-se o joelho, que irá arrastar a perna e conseqüentemente o pé, até uma altura acima do quadril e a partir deste instante a “alavanca” sobre o joelho é acionada e impulsiona a perna à frente, levando o pé ao encontro do alvo e após o choque a perna é recolhida rapidamente para fornecer estabilidade estática ao executor. A intensidade do chute é determinada pelo avanço do quadril durante o instante do contato do pé com o alvo (Nakayama, 2003). A Fig. 9 descreve o processo de execução do chute e apresenta as articulações envolvidas no processo (1– quadril; 2– joelho e 3– tornozelo), a linha tracejada indica o caminho seguido pelo pé desde sua posição de repouso. Observa-se que o quadril além de levantar a perna é responsável também por um impulso adicional, o que proporciona maior velocidade ao chute.

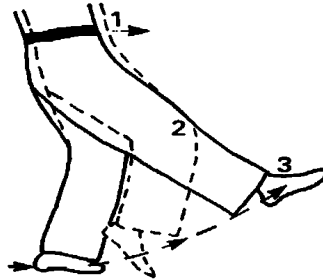


Fig. 9 – Execução do chute frontal a partir da posição inicial parada.

O procedimento descrito anteriormente é a seqüência de movimentos utilizados para realizar o chute frontal. Agora, se desejarmos executar o mesmo chute, mas em deslocamento (Fig. 10b), basta apenas fazermos a mudança da posição de partida (Fig. 10a). Durante o chute em deslocamento ocorre também as três fases do modo de andar humano (i) apoio duplo, (ii) apoio simples e (iii) balanço.

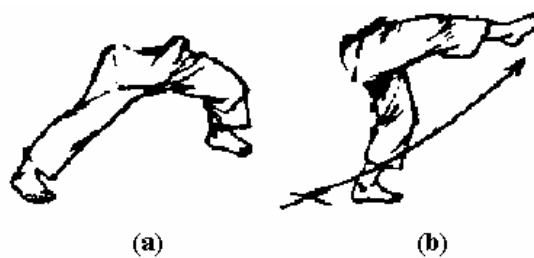


Fig. 10 – Posição e execução do chute frontal com deslocamento.

A trajetória das ações determina a altura do chute, isto é visto nas Fig. 11 e 12 para alturas intermediárias e elevada respectivamente. Observa-se também a posição e utilização das articulações responsáveis por cada fase bem como a trajetória descrita pelo pé. As Fig. 11 e 12 mostram o movimento a partir do instante em que o pé já se encontra suspenso (fase de balanço), isto é, a segunda metade da técnica sob estudo.

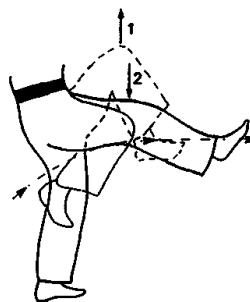


Fig. 11 – Chute na altura intermediária.

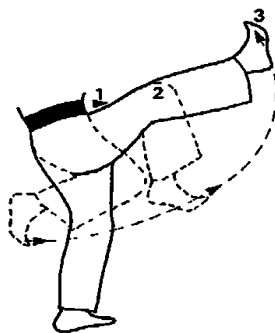


Fig. 12 – Chute na altura elevada.

#### 4. METODOLOGIA

A metodologia de análise envolve a utilização de câmeras digitais de média velocidade para captar o movimento e logo em seguida decompô-lo em quadros mais simples e com isso poderemos estimar o caminho descrito pelo pé.

A partir de quadros mais simples pode-se fazer um esboço gráfico da trajetória descrita, o qual pode ser usado para ilustrar melhor a participação de cada elemento (membro e/ou articulação) envolvido no processo.

Com os gráficos de trajetória, podemos nos concentrar na determinação de equações matemáticas que descrevam esse movimento e assim poderemos obter uma relação entre os efeitos fisiológicos e os aspectos físicos sobre os indivíduos, isto é, podemos estudar os efeitos das variáveis físicas envolvidas como velocidade, força, energia dentre outras.

A utilização de câmeras de vídeo de alta velocidade irá melhorar a precisão na determinação da velocidade, pois assim não se faz necessário sua estimativa a partir de modelos matemáticos o que diminuiria a inserção de erros.

#### 5. RESULTADOS

O presente estudo tratou de levantar a trajetória do pé durante a execução do chute frontal do karate, partindo de posições estáticas que podem ser usadas ou não para deslocamentos dando uma dinâmica maior e mais abrangente a técnica.

Os gráficos de trajetória obtidos a partir deste estudo estão condizentes com o conhecimento prático acumulado ao longo dos anos de prática das artes marciais, porém ainda não totalmente sistematizados com bases científicas específicas como a biomecânica.

As variáveis iniciais para um estudo cinemático estão plantadas e poder-se-á desenvolver equações capazes de traduzir matematicamente esta técnica de combate empregada pelos praticantes de karate.

#### 6. CONCLUSÃO

Os estudos realizados demonstram a viabilidade de se traduzir movimentos complexo, empregado por artistas marciais, através de um modelo matemático o qual poderá ser usado em programas de computador para estimar performance esportiva e/ou eficácia da técnica de modo individualizado, ajudando assim no desenvolvimento dos praticantes e favorecendo o surgimento de novos talentos desportivos.

A obtenção da força de reação pode ser através de uma plataforma de força, sobre a qual o atleta realiza o movimento e um programa fornece todas respostas do solo para cada posição e/ou deslocamento. Neste ponto, pretendemos trazer alunos de iniciação científica dos cursos de Automação e Informática para desenvolverem um sistema similar e acessível.

Trabalhos futuros apontam para o estudo dinâmico deste movimento e posteriormente a análise dos impactos provocados quer ao nível de transferência de energia (alvo) quer a nível interno (articulações).

#### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carr, G. – “Biomecânica dos Esportes – Um Guia Prático”. Editora Manole Ltda, 1ª Edição, São Paulo-SP, 1998.

Hall, S.J. – “Biomecânica Básica”. Editora Guanabara Koogan, 4ª Edição, Rio de Janeiro-RJ, 2003.

Hirata, R.P. – “Análise Biomecânica do Agachamento”. Monografia de Graduação, Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2002.



- Kirtley, C. – “CoM & CoP During Rhythmic Weight-Shifting”. The Catholic University of America, Washington-DC, EEUU. 2004.
- Lubes, A. – “Caminho do Karate”, Editora da UFPR, 2ª Edição, Curitiba-PR, 1994.
- McGeer, T. – “Dynamics and Control of Bipedal Locomotion”. Journal of Theoretical Biology, Vol. 163, No. 3, pp. 277–314, 1993.
- McGinnis, P.M. – “Biomecânica do Esporte e Exercício”. Artmed Editora, 1ª Edição, Porto Alegre-RS, 2002.
- Mochon, S. & McMahon, T.A. – “Ballistic Walking”. Journal of Biomechanics, Vol. 13, No. 1, pp. 49-57, 1980.
- Nakayama, M. – “Karate Dinâmico”, Editora Cultrix Ltda, São Paulo-SP, 2003.
- Nigg, B.M.; Herzog, W. – “Biomechanics of Musculo-Skeletal System”. John Wiley & Sons, 1994
- Taboada, F.A. – “A Via Psicossomática”. Ed. Nova Acrópole Ltda, Belo Horizonte-BH, 2003.