

Kinesis, 1993, 12, 41-56.

**Análise Tri-dimensional do  
Movimento Chapéu de Cou-  
ro na Capoeira**

*Tri-Dimensional Analysis of  
the “CHAPÉU DE COURO”  
Moviment in “CAPOEIRA”*

Glademir Camargo Almeida  
Carlos Bolli Mota  
Silvio Claudio Pereira Rodrigues



### Resumo

Utilizam do-se o método da cinematografia tridimensional foi estudado o comportamento de algumas variáveis cinemáticas do movimento Chapéu de Couro na Capoeira.

Neste estudo observou-se que a Trajetória Espacial do Centro de Gravidade do movimento apresenta a forma aproximada de uma hipérbole, apresentando-se padrão para amostra estudada.

As alturas mínimas encontradas para o deslocamento do CG verificaram-se no início do movimento, e as alturas máximas foram encontradas no final do movimento.

As velocidades instantâneas do deslocamento do Centro de Gravidade variaram entre 3.01m/s, a máxima e 0.01m/s, a mínima.

A trajetória de deslocamento do pé de ataque apresentou-se padrão para amostra estudada, com uma configuração de forma circular. Analisando-se a velocidade do pé de ataque foram encontradas velocidades instantâneas máximas de até 7.53m/s e velocidades mínimas de 0.01m/s. As velocidades máximas foram encontradas na fase ascendente do movimento.

Na análise das velocidades do pé de apoio foram encontradas velocidades máximas de até 9.46m/s, e velocidades mínimas de 0.01m/s.

### Abstract

*Trough the three-dimensional cinematography method it was studied the manner of some cinematic variants of "Chapéu de Couro" movement in "Capoeira". It was observed that the spacial trajectory of the gravity center movement shows the close form of hyperbole, which is a pattern for the studied sample. The minimal heights found for the gravity center shift occurred in the beginning of the movement and the maximal heights were found in the end of the movement.*

*The instantaneous velocities of the gravity center changed between 3.01m/s the maximal, and 0.01m/s the form.*

*The trajectory of displacement of the "pé de ataque" showed pattern for the studied sample, with a circular form.*

*Through an analysis of "pé de ataque" velocity were found maximal instantaneous velocities of 7.53m/s, and minimal velocitier of 0.01m/s. The maximal velocities were found in the ascendet phase of the movement.*

*In the velocities analysis of “pé de apoio” were found maximal velocities of 9.46m/s and minimal velocities of 0.01m/s.*

## Introdução

Todos os movimentos de um corpo material, incluindo homens e animais, obedecem, sem exceções às leis da mecânica, porque cada movimento compreende uma troca de lugar de uma parte da massa no espaço e no tempo. A biomecânica estuda os movimentos do homem e do animal desde o ponto de vista das leis mecânicas e, desta maneira, também as formas mais complexas dos movimentos dentro da natureza viva e estabelece os suportes básicos para o esclarecimento das formas mais complexas que preconiza. (Hochmuth, 1973).

Considerando que a Capoeira é um esporte genuinamente nacional, já desenvolvido em níveis competitivos, faz-se necessário a descrição quantitativa dos movimentos básicos que deram origem a esta forma de luta.

Este estudo justifica-se na busca de fundamentos para análise cinemática da estrutura do movimento Chapéu de Couro, com objetivo de estudar alguns componentes cinemáticos, determinando-se a trajetória do Centro de Gravidade, magnitude e configuração dos deslocamentos do CG, dos pés de apoio e de ataque, as velocidades instantâneas do CG, pé de apoio e pé de ataque.

## Metodologia

A pesquisa caracterizou-se como uma análise descritiva utilizando-se o método da Cinematografia. A amostra foi constituída de 4 atletas do sexo masculino, adultos, faixa etária entre 17 e 25 anos, praticantes de Capoeira, com reconhecido nível técnico. A seleção da amostra foi intencional.

Na realização das filmagens foram utilizadas 2 câmeras de 16mm tipo Locam 51, com capacidade de filmar até 500q/s, equipadas com lentes de 25mm e posicionadas com seus eixos óticos em ângulo reto entre si, com mecanismo de disparo único. As câmeras possuíam como acessório 1 LED conectado a um gerador de ajustamento de velocidade com frequência de 100 impulsos por segundo. A velocidade das câmeras foi ajustada para 50q/s. Os movimentos foram filmados com uma câmera posicionada com seu eixo ótico perpendicular ao plano frontal do atleta. Uma outra câmera foi disposta com seu eixo perpendicular ao plano sagital do atleta. As câmeras foram fixadas de maneira que seus eixos óticos coincidissem a uma altura

de 1m do solo, a uma distância de 8.69m/s da intersecção dos eixos. As filmagens foram realizadas ao ar livre, com uma abertura das lentes de 4.0. O sistema de referência foi fixados ao solo em forma de cruz, sendo o ponto de intersecção o local em que o atleta posicionou-se para executar o movimento. A sinalização dos eixos articulares seguiu a metodologia do Instituto de Biomecânica da Escola Superior de Esportes de Colônia (Alemanha). Os atletas foram filmados por cenas com duração de 15s. Após a realização das filmagens e revelação dos filmes, foi utilizada uma mesa digitalizadora (digicon mod.1812), tomando-se os dados de 15 pontos articulares de um ciclo completo do movimento.

O processamento dos dados realizou-se através da determinação das coordenadas espaciais, determinação das coordenadas reais, plotagem dos gráficos do deslocamento do CG, deslocamentos do pé de ataque e pé de apoio, cálculo das velocidades de deslocamento do CG, pé de ataque e pé de apoio.

Para facilitar a análise do movimento, o mesmo foi dividido em quatro etapas distintas:

1ª Fase: (fase inicial), Partindo da posição inicial, atleta em pé, com médio afastamento lateral dos pés, o sujeito inicia um deslocamento em direção ao solo, apoiando e equilibrando a massa do corpo em uma das pernas (perna de apoio), o tronco flexiona-se sobre a perna de apoio, a perna oposta (pé de ataque) está estendida e toca o solo com a borda interna do mesmo.

2ª Fase: (fase ascendente): perna e pé de ataque sobem para desferir o golpe.

3ª Fase: (fase descendente): pé de ataque, após desferir o golpe, começa a retornar a posição inicial.

4ª Fase: (fase final): O sujeito após colocar o pé de ataque no solo impulsiona-se, retornando à posição inicial.

## Resultados e Discussão

Tabela I - Deslocamento do centro de gravidade do movimento chapéu de couro na capoeira. Plano Sagital.

Atletas	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atletas 4
H.Máxima	1.01m	0.91m	0.83m	0.93m
H.Mínima	0.34m	0.38m	0.35m	0.43m
A.Vertical	0.30m	0.56m	0.40m	0.45m

Tabela II - Deslocamento do centro de gravidade do movimento chapéu de couro na capoeira, plano frontal.

Atletas	Atletas 1	Atletas 2	Atletas 3	Atletas 4
H.Máxima	0,94 m	0,86 m	0,86 m	0,94 m
H.Mínima	0,38 m	0,36 m	0,35 m	0,45 m
A.Vertical	1.03 m	0,65 m	0,33 m	0,48 m

Verificou-se, no plano sagital, que as alturas mínimas alcançadas pelo CG foram encontradas na 1ª fase do movimento, quando o atleta inicia o movimento. O CG é rebaixado buscando maior equilíbrio, esta acomodação explica-se porque nesta fase do movimento apresenta-se uma base de apoio insatisfatória (um pé, e uma mão no solo), somando-se a isto um movimento de defesa por estar o corpo em uma posição de equilíbrio instável momentâneo. As alturas máximas do CG são normalmente encontradas na fase final do movimento, quando o atleta retoma a posição de equilíbrio normal.

A fase inicial do movimento em que o CG apresenta alturas mínimas pode ser considerada um ponto crítico deste movimento. O equilíbrio está altamente comprometido pela base de apoio insatisfatória em que o atleta se encontra neste momento. A defesa contra um possível contra-ataque está

comprometida em função do sujeito estar com o CG excessivamente recuado, localizando-se perto do pé de apoio, o que obriga o atleta a realizar um movimento espacialmente muito amplo para efetivar um contra-ataque, soma-se a isto o fato da parte superior do corpo do atleta ficar desnecessariamente exposta a um ataque. Pesquisas futuras, com auxílio de software de simulação poderiam orientar nos aspectos de melhoria das condições de equilíbrio e defesa sem o comprometimento da dinâmica do movimento.

Na nomenclatura técnica da Capoeira o movimento analisado também é conhecido como “S” ou “S dobrado”; o uso desta nomenclatura se deve provavelmente a abordagens qualitativas de análise do movimento. A análise da trajetória do CG demonstra que esta descrição do movimento está incompleta, já que desconhece a orientação correta do deslocamento do CG que se apresenta em forma aproximada de uma hipérbole. A descrição adequada dos deslocamentos do CG, bem como dos deslocamentos do centro de massa dos diferentes segmentos do atleta contribuem para dar uma nova configuração aos movimentos, advindo daí a necessidade da criação de uma pedagogia do movimento da Capoeira diferenciada da pedagogia atual, que inclua dados biomecânicos exatos, que representem a real configuração espacial do movimento.

Referindo-se aos movimentos da Capoeira como um todo é comum afirmar que cada Capoeirista apresenta um estilo próprio de jogar a Capoeira. Esta afirmação somente é verdadeira quando abordamos aspectos qualitativos do movimento, ou seja, a maneira com que o praticante exterioriza sua forma de jogar. Analisando-se a estrutura dos movimentos, estes apresentam-se rigorosamente semelhantes quanto à configuração espacial do deslocamento do CG, deslocamentos dos segmentos e velocidades instantâneas, que não diferem significativamente de um atleta para outro. Estas afirmações são corroboradas pelos dados encontrados em pesquisas anteriores de análise dos movimentos da Ginga da Capoeira (*Rodrigues 1988*), e AÚ Espinha (*Rodrigues et alii... 1993*).



Tabela III-Velocidades instantâneas máximas e mínimas do centro de gravidade do movimento Chapéu de Couro na Capoeira Plano Sagital

Fase s	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
Fase 1	1.43-0.01m/s	1.10-0,01m/s	0.77-0.02m/s	0.79-0.02m/s
Fase 2	1.23-0.04m/s	1.60-0.04m/s	4.16-0.01m/s	0.73-0.06m/s
Fase 3	1.19-0.03m/s	1.24-0.13m/s	1.07-0.01m/s	0.84-0.04m/s
fase 4	1.66-0.03m/s	2.10-0.05m/s	0.68-0.03m/s	1.11-0.09m/s

Tabela IV-Velocidades instantâneas máximas e mínimas do centro de gravidade do movimento chapéu couro na capoeira. Plano Frontal

Fases	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
Fase 1	1.43-0.01m/s	1.10-0.01m/s	0.77-0.02m/s	0.79-0.02m/s
Fase 2	1.23-0.04m/s	1.60-0.04m/s	4.16-0.01m/s	0.73-0.06m/s
Fase 3	1.19-0.03m/s	1.24-0.13m/s	1.07-0.01m/s	0.84-0.04m/s
Fase 4	1.66-0.03m/s	2.10-0.05m/s	0.68-0.03m/s	1.11-0.09m/s

Em relação ao plano sagital apresentaram-se velocidades máximas do CG. de até 2.10m/s. Em relação ao Plano frontal detectaram-se velocidades máximas de até 3.01m/s. As velocidades mínimas encontradas tanto no plano Sagital como no plano Frontal situaram-se próximas do limite de 0.01m/s.

Tabela V - Altura máxima e amplitude de deslocamento do centro de massa do pé de de ataque no movimento Chapéu de Couro na Capoeira. Plano Sagital.

Atletas	Atletas 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
H.Máxima	1.37 m	1.35 m	1.54 m	1.43 m
Amplitude	1.04 m	1.22 m	1.14 m	1.22 m

Tabela VI-Altura máxima e amplitude de deslocamento do centro de massa do pé de ataque no movimento Chapéu de Couro da Capoeira. Plano Frontal.

Atletas	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
H.Máxima	1.54 m	1.50 m	1.59 m	1.48 m
Amplitude	1.70 m	1.74 m	1.76 m	1.77 m

Na análise da trajetória do Pé de Ataque as alturas máximas alcançadas pelo centro de massa do pé de ataque foram encontradas na fase ascendente do movimento (2ª fase), e as alturas mínimas, foram encontradas na fase inicial do movimento (1ª fase).

Analisando a trajetória do pé de ataque, constatou-se que a mesma apresentou-se padrão para ambos os planos, apresentando uma configuração em forma circular.

Quanto à proporcionalidade do movimento, analisando as medidas da estrutura interna do mesmo, poderíamos caracterizá-lo como um movimento amplo, especialmente no deslocamento do pé de ataque, que percorre uma trajetória desde o solo até o alvo normalmente situado na parte superior do tronco do adversário. A ampla trajetória que apresenta este movimento é uma exigência da função do mesmo, e contradiz as afirmações de *Meinel (1984)*, ao relatar que em esportes de luta seria aconselhável a rea-

lização de movimentos espacialmente pequenos em função da necessidade de antecipação e da velocidade de reação, mesmo em prejuízo do impulso global e da precisão dos movimentos. As diferenças encontradas entre as alturas máximas e a amplitude interna dos movimentos devem-se provavelmente às diferentes medidas antropométricas não avaliadas neste estudo.

Tabela VII- Velocidades instantâneas máximas e mínimas do centro de massa do pé de ataque do movimento Chapéu de Couro na Capoeira. Plano Sagital.

Fases	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
Fase 1	3.63-0.06m/s	2.26-0.02m/s	0.87-0.14m/s	1.73-0.03m/s
Fase 2	3.92-0.06m/s	2.89-0.04m/s	2.36-0.01m/s	4.50-0.05m/s
Fase 3	3.52-0.01m/s	2.40-0.06m/s	6.10-0.02m/s	5.40-0.23m/s
Fase 4	2.77-0.02m/s	3.33-0.01m/s	2.19-0.02m/s	2.87-0.03m/s

Tabela VIII- Velocidades instantâneas máximas e mínimas do centro de massa do pé de ataque do movimento chapéu de couro na capoeira. Plano Frontal.

Fases	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 3
Fase 1	7.00-0.05m/s	7.00-0.05m/s	1.98-0.08m/s	1.23-0.06m/s
Fase 2	7.53-0.02m/s	2.00-0.05m/s	5.03-0.05m/s	6.73-0.01m/s
Fase 3	0.69-0.05m/s	1.42-0.01m/s	5.50-0.19m/s	6.29-0.14m/s
Fase 4	2.56-0.01m/s	1.35-0.06m/s	3.44-0.16m/s	3.22-0.01m/s

Para *Nakaiama (1976)* deve-se considerar a velocidade como um elemento muito importante, é nela que se baseia o poder da técnica, a velocidade e a força que se consegue concentrar no momento do ataque.

Na análise do movimento Chapéu de Couro foram encontradas velocidades máximas do pé de ataque de até 7.53m/s. Os maiores índices de velocidades instantâneas foram encontrado na fase ascendente do chute, fase esta em que normalmente o pé atinge o alvo. A presença destes índices justifica-se na necessidade de geração de maior potência no momento do ataque.

As velocidades máximas encontradas na análise deste movimento são significativas, quando comparadas com as velocidades máximas encontradas por *Nakaiama (1976)* que, utilizando-se da técnica da cinematografia, analisou movimentos do Karatê.

Tabela IX- Velocidade de um choku-zuki. Golpe direto.

Atleta	Veloc.média	Veloc.máx.	Veloc.final
Faixa preta 4 DAN	5.06m/s	7.10m/s	5.16m/s
Faixa preta 2 DAN	3.25m/s	6.71m/s	4.48m/s
Aluno 8 KIU	2.88m/s	4.68m/s	2.90m/s

Tabela X- Velocidade de um Oi-Zuki. Direto avançado.

Atleta	Veloc.média	Veloc.máx.	Veloc.final
Faixa preta 4 DAN	5.52m/s	12.64m/s	8.21m/s
Faixa preta 2 DAN	4.84m/s	11.45m/s	7.78m/s
Aluno 8 KIU	3.35m/s	7.10m/s	4.56m/s

Tabela XI- Velocidades instantâneas máximas e mínimas do centro de massa do pé de apoio do movimento Chapéu de Couro na Capoeira. Plano Sagital.

Fases	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
Fase 1	3.85-0.07m/s	4.19-0.02m/s	3.16-0.07m/s	9.46-0.01m/s
Fase 2	3.13-0.02m/s	2.18-0.01m/s	2.42-0.01m/s	3.36-0.05m/s
Fase 3	7.68-0.04m/s	3.20-0.03m/s	1.72-0.01m/s	2.26-0.04m/s
Fase 4	2.62-0.07m/s	3.09-0.07m/s	1.34-0.03m/s	1.29-0.02m/s

Tabela XII- Velocidades instantâneas máximas e mínimas do centro de massa do pé de apoio do movimento Chapéu de Couro na Capoeira. Plano Frontal.

Fases	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
Fase 1	9.00-0.05m/s	1.50-0.05m/s	6.07-0.04m/s	2.84-0.04m/s
Fase 2	5.00-0.06m/s	1.05-0.05m/s	3.04-0.02m/s	3.50-0.04m/s
Fase 3	2.32-0.02m/s	0.68-0.04m/s	1.59-0.01m/s	6.29-0.02m/s
Fase 4	1.85-0.05m/s	1.16-0.01m/s	1.93-0.07m/s	3.35-0.02m/s

Neste estudo ficou evidenciada uma contribuição significativa do pé de apoio na impulsão do movimento, evidenciaram-se velocidades máximas de até 9.46m/s na fase inicial do movimento, quando os segmentos inferiores do atletas são elevados do solo. As velocidades mínimas próximas de 0.01m/s foram encontradas na fase final do deslocamento, quando o pé de apoio perde a sua função de impulsor do movimento.

## Conclusão

Neste trabalho realizou-se uma análise quantitativa do movimento Chapéu de Couro, através da observação das trajetórias do C.G. do corpo dos atletas, bem como da análise das trajetórias dos centros de massa dos pés de ataque e apoio durante a realização do movimento.

O movimento Chapéu de Couro apresenta uma configuração espacial do C.G. em forma de hipérbole, sendo idênticas para os sujeitos estudados. As trajetórias de deslocamento do centro de massa do pé de ataque apresentou uma configuração circular, apresentando-se similar nos sujeitos analisados.

As velocidades do C.G. no movimento oscilou entre 3.01m/s e 0.01m/s, sendo os valores máximos alcançados no final das fases.

Para o pé de ataque encontraram-se velocidades máximas de até 7.53m/s, na fase ascendente do movimento.

Analisando-se o comportamento das velocidades do centro de massa do pé de apoio encontraram-se velocidades de até 9.46m/s.

Sugere-se, em estudos posteriores, a análise das variáveis antropométricas e suas relações com a velocidade dos movimentos e amplitude dos mesmos.

## Referências bibliográficas

- AMADIO, A.C.(1989). *Aspectos da Biomecânica para Análise do Movimento Desportivo*. II Simpósio Paulista de Educação Física. UNESP. Rio Claro. SP.
- ÁVILA, A.O.V.(1983). *A Comparative Study of Three Methods of Determining the Center of Gravity of the Human Body*. Vanderbilt University. Dissertation Degree of Doctor of Philosophy in Health in Physical Education.
- BAUMANN, W.(1980). *Curso de Biomecânica*. Santa Maria. UFSM.
- COSTA, L.P.(s/d). *Capoeira sem Mestre*. Rio de Janeiro, Tecnoprint.
- CHAFIN, D.B; ANDERSON, G.B.J.(1984). *Occupational Biomechanics*. New York, John Wiley Sons.
- DONSKOI, D. ZATSIORSKI, I.V.(1988). *Biomecânica de los Ejercicios Físicos*. Editorial Pueblo y Education. Habana.
- DUARTE, C.R. (1985). *Efeitos do Treinamento da Capoeira na Aptidão Física e Escolares*. X Simpósio de Ciências do Esporte. São Caetano do Sul. Sp.
- DUARTE, C.R; DUARTE, M.F.S; MATSUDO, V.K.R.(1985). *Características da Aptidão Física de Capoeiristas*. Revista Brasileira de Educação Física e Desportos. n 44:54-59.
- GOWITZ, B.A; MILNER, M.(1980) *Understanding the Scientific Bases of Human*

- Movement.** 2ª ed. Baltimore. Willians e Wilkins.
- HAY,J.G.(1981). **Biomecânica das Técnicas Desportivas.** 2ª Ed. Rio de Janeiro Interamericana.
- HOCHMUTH,G.(1973). **Biomecânica dos Movimentos Desportivos.** Madrid. Doncel.
- MATSUI,H;KOBAYASHI(1983). **Biomechanics VIII-b. Champaing.** Illinois. Human Kinetics Publischer.Inc.
- HAINAUT, Karl. (1982). **Introducion a la Biomecânica.** 2ª ed. Baltimore, Editorial Jims.
- LE VEAU, Barrey.(1977) **Biomechanics of Human Motion.** 2ª ed. Philadelphphia, W.B. Sanders Company, 1977.
- LOPES,A.J.F.(1979). **Curso de Capoeira em 145 Figuras.** Rio de Janeiro. Tecnoprint.
- MEINEL,K. **Motricidade 1. Teoria da Motricidade Desportiva sob o Aspecto Pedagógico.** Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico. S.A.
- MILLER,D;NÉLSON,R.C. **Biomechanics of Sports.** Philadelphia. Lea and Fedigs.
- MOURA, N.A(1988). **Determinação do Centro de Gravidade do Corpo Humano Através do Método Segmentar: Um programa para Computadores Pessoais.** Revista Brasileira de Ciências do Movimento. Vol 3.N 2.
- NAKAYAMA,M.(1976). **La Dinâmica del Karatê. Posiciones y Técnicas Fundamentales** Libro Primero.
- NAKAYAMA,M.(1976). **La Dinâmica del Karatê. Técnicas de Parada y Contra-ataque.** Libro Segundo.
- PINATTI, D;SILVA,G.O(1948). **Capoeira a Arte Marcial do Brasil.** Grupo de Comunicação Três Ltda. São Paulo.
- RESNICK,R;HOLLIDAY,D.(1983). **Física 1.** 4ª ed. Livros Técnicos e Científicos. São Paulo.
- SANTASCHI,W.R,et alii.(1973). **Moments of Inertia and Center of Gravity of Livings Human Body.** Technical Documentary Report. Amrl. Tdr. Califórnia, Wriqth-Pattersin.
- RODRIGUES,S.C.P.(1988). **Análise Biomecânica da Ginga na Capoeira.** UFSM. Dissertação de Mestrado.