

**COMPARAÇÃO DOS PADRÕES CINEMÁTICOS DE CHUTES
REALIZADOS POR PARTICIPANTES COM 15 E 17 ANOS.**

FABIANO GOMES TEIXEIRA

**Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências do Campus
de Rio Claro, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Ciências da Motricidade (Área
de Biodinâmica da Motricidade
Humana)**

**RIO CLARO
São Paulo - Brasil
Maio - 2004**

**COMPARAÇÃO DOS PADRÕES CINEMÁTICOS DE CHUTES
REALIZADOS POR PARTICIPANTES COM 15 E 17 ANOS.**

FABIANO GOMES TEIXEIRA

Orientador: Prof.Dr. SERGIO AUGUSTO CUNHA

**Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências do Campus
de Rio Claro, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Ciências da Motricidade (Área
de Biodinâmica da Motricidade
Humana)**

**RIO CLARO
São Paulo - Brasil
Maio - 2004**

Dedicatória

***Este trabalho é dedicado às duas pessoas
mais importantes do mundo: meu pai Olindo e
minha mãe Solange.***

COMPARAÇÃO DOS PADRÕES CINEMÁTICOS DE CHUTES REALIZADOS POR PARTICIPANTES COM 15 E 17 ANOS.

Fabiano Gomes Teixeira

Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências
UNESP – Rio Claro- SP

Palavras Chave: Biomecânica, Futebol, Projeção Estereográfica

RESUMO

O futebol é o esporte mais popular em todo o mundo e possui milhões de praticantes em todas as faixas etárias. Este trabalho teve o objetivo de descrever e comparar os padrões cinemáticos dos chutes realizados com a parte medial do pé com participantes de 15 e 17 anos de idade. Foram filmados vinte participantes com características homogêneas quanto a massa, estatura, nível maturacional e prática no futebol. Estes realizaram três séries de cinco chutes com a bola parada, onde esta deveria passar por sobre uma barreira posicionada a 9,15 m da bola, simulando assim uma cobrança de falta de uma distância de vinte metros em direção ao gol. Foram utilizadas três câmeras digitais, as quais, duas estavam posicionadas lateralmente ao movimento dos participantes e focalizavam os marcadores passivos colocados no membro inferior, e a outra focalizava o gol para verificar a precisão dos chutes. Estes marcadores passivos reflexivos, medindo 2,5cm de diâmetro, foram colocados

nas articulações do quadril (trocanter maior), joelho (epicôndilo lateral do fêmur), tornozelo (maléolo lateral) e metatarso lateral (quinta articulação metatarsfalangeana), também foi fixado um outro marcador na tuberosidade lateral do osso calcâneo definindo os segmentos coxa, perna e pé. As imagens foram capturadas, armazenadas e medidas no computador através do *software* Dvideow (Barros *et. al*, 1999) . Em seguida os dados foram suavizados para a realização da projeção estereográfica e obtenção do padrão cinemático (características da posição dos segmentos) dos chutes dos participantes. Os resultados mostraram que ocorreram separações na fase de apoio no segmento coxa e perna, já o segmento pé apresentou pequenas diferenças somente na fase de contato. Em todos os segmentos ocorreram diferenças significativas entre as fases. Em relação a precisão a porcentagem de acerto no alvo foi semelhante nos dois grupos (G1=10% e G2=11,3%). Concluiu-se então, que apesar das pequenas diferenças existentes, o padrão foi similar em ambos os grupos.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	01
2- OBJETIVOS.....	06
2.1-Objetivo geral.....	06
2.2-Objetivos específicos.....	06
3- JUSTIFICATIVA.....	07
4- REVISÃO DE LITERATURA.....	09
4.1- Análise do chute considerando variáveis diversas.....	11
4.1a- Velocidade no chute.....	12
4.1b- Precisão e padrão no chute.....	16
4.2- Análise do chute em relação ao seu desenvolvimento ao longo da vida.....	20
5- MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
5.1- Participantes.....	27
5.2- Protocolo.....	30
5.3- Filmagens.....	32
5.4- Captura e armazenamento das imagens.....	35
5.5- Medição das imagens.....	36
5.6- Calibração e sincronização.....	38
5.7- Reconstrução Tridimensional.....	39
5.8- Forma de análise dos resultados.....	40
6- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
7- CONCLUSÕES.....	67
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
9-ABSTRACT.....	73
ANEXOS.....	75
Anexo 1.....	76
Anexo 2.....	77
Anexo 3.....	78
Anexo 4.....	79

1- INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte mais popular em todo o mundo e possui milhões de praticantes em todas as faixas etárias. Por isto esse esporte tem sido bastante explorado através de investigações científicas nos últimos tempos. Várias áreas de pesquisa têm o objetivo de estudar o futebol, entre elas a Biomecânica.

Desta maneira, frente a essa necessidade de interagir estudos científicos com o esporte de alto nível, a biomecânica passa a contribuir significativamente com estudos científicos nos quais se baseiam as técnicas de desempenho das diversas modalidades esportivas, possibilitando, juntamente com outras ciências, a busca de uma melhor performance do atleta (HAY, 1981).

No presente estudo, relacionado com o chute no futebol e realizado através de filmagens, o método biomecânico utilizado foi a cinemetria.

Em relação ao futebol, sabe-se que para sua prática são necessários alguns fundamentos e habilidades que, com os anos e com o treinamento, vão evoluindo e aperfeiçoando-se. Um destes fundamentos, considerado por muitos o mais importante no futebol, é o chute, que também é o mais estudado neste esporte (LEES; NOLAM, 1998). Existem vários tipos de chutes realizados conforme as diversas situações de um jogo de futebol. Nas situações de bola parada, como faltas por exemplo, os chutes podem ser classificados de acordo com a região do pé que golpeia a bola, com a força empregada no ato e com a altura com que a bola é chutada (CUNHA *et al.*, 2001). A análise dos dados do

chute no futebol facilita a identificação de padrões desse movimento e pode, por exemplo, indicar o nível de habilidade do atleta, comparar padrões de movimento em diferentes faixas etárias e em diferentes tipos de chute. No caso específico deste estudo, as análises foram realizadas através da comparação dos padrões cinemáticos, ou seja, os padrões foram definidos através das características cinemáticas (posição dos segmentos do membro inferior) apresentadas pelos grupos estudados na realização do chute realizado com a parte medial do pé.

Este tipo de chute é muito importante em uma partida de futebol, no entanto, encontra-se geralmente trabalhos que enfocam apenas um único tipo de chute, como por exemplo aquele realizado com o peito do pé e com bola parada (ISOKAWA; LEES, 1988; OPAVSKY, 1988; PLAGENHOEF, 1971). Dessa forma, é interessante comparar as condições estudadas e classificar os chutes de acordo com as situações envolvidas, descobrindo as diferenças de padrão nos tipos de chute, as diferenças interindividuais e intra-individuais e em que momento do movimento do chute isto ocorre.

Em relação à faixa etária dos participantes deste estudo, sabe-se que o futebol mundial é dividido em categorias (por exemplo: categorias sub-15, sub-17 e sub-20) de acordo com a FIFA (*Federation Internationale Football Association*), órgão máximo que organiza o futebol mundial e que utiliza apenas a idade cronológica como critério para a divisão das categorias. Embora tenha sido demonstrado que a idade cronológica não é necessariamente um meio preciso para predizer o desenvolvimento do chute, parece que tal desenvolvimento é rápido entre as idades de 4 e 6 anos

(ELLIOTT; BLOOMFIELD; DAVIES, 1980). Para os garotos, parece existir uma relação entre a idade e a habilidade de executar um chute quando se comparam os primeiros anos da infância com a fase escolar. Com jogadores habituados ao futebol, entre 9 e 18 anos de idade, o padrão cronológico não parece diferir significativamente (LUHTANEN apud BARFIELD, 1998).

Apesar de utilizar a idade cronológica como um dos critérios de seleção, os aspectos maturacionais foram utilizados para deixar homogênea a amostra deste estudo.

Os participantes do presente estudo possuíam 15 ou 17 anos de idade, ou seja, estavam na fase da vida conhecida como adolescência. E por isto é importante conhecer algumas características destes aspectos na fase da vida estudada. Em relação a esta fase, conhecida também como segunda fase puberal, sabe-se que em moças inicia-se aos 13 ou 14 anos e término aos 17 ou 18 anos e em rapazes inicia-se aos 14 ou 15 anos e termina aos 18 ou 19 anos (WEINECK, 1999).

O aparecimento da adolescência é marcado por um período de inúmeras mudanças. Segundo Gallahue e Ozmun (2001), o período da adolescência tem se expandido, gradualmente, em função de fatores biológicos e culturais, até o ponto em que atualmente este período está entre 10 e 20 anos de idade. O crescimento, o início da puberdade e a maturação reprodutiva são pontos altos neste período. A adolescência deve ser utilizada para o aperfeiçoamento de técnicas esportivas específicas e do condicionamento. O fim desta fase puberal coincide com a fase de desempenho máximo de algumas modalidades

esportivas, adequadas para a adoção de um método de treinamento para adulto (WEINECK, 1999).

Sabe-se que a idade cronológica não é uma identificação perfeita de maturidade biológica. Conseqüentemente, pessoas que se desenvolvem mais cedo podem levar vantagens no esporte devido ao aumento de estatura, por exemplo, como na orientação para posições específicas no futebol (zagueiro ou atacante). Segundo Reilly (1996), desde aproximadamente 12 meses de diferença na idade, pode ocorrer uma grande diferença na capacidade de performance esportiva na puberdade. Sendo assim, comparações entre adolescentes, devem ser realizadas utilizando-se o mesmo nível de maturação dos participantes para que estes fatores não influenciem no resultado final. Uma das maneiras de se verificar o nível de maturação dos adolescentes é através do estágio de desenvolvimento de pêlos axilares. No presente estudo foram investigados os chutes com a parte medial do pé em simulação de cobrança de falta (20 metros entre a bola e o gol) em participantes adolescentes com o mesmo nível maturacional, ou seja, estágio A2 (conforme o quadro, apresentado no item materiais e métodos, que mostra as fases de desenvolvimento dos pêlos nas axilas apresentado por Zatsiorski (1988, apud Filin e Volkov, 1998) e modificada por Leite (2000)).

Após apresentar algumas características sobre a faixa etária estudada, este estudo procurou analisar as diferenças entre os dois grupos, utilizando as ferramentas necessárias para análise cinemática do membro inferior dominante (segmentos coxa, perna e pé), verificando também as relações existentes entre a precisão destes chutes com o padrão cinemático.

2 - OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

- Analisar os padrões cinemáticos dos chutes realizados com a parte medial do pé com participantes de 15 e 17 anos de idade.

2.2- Objetivos Específicos

- Comparar o comportamento dos segmentos coxa, perna e pé, utilizando projeção estereográfica e separação por *cluster*, na realização destes chutes.
- Relacionar a diferença nos padrões do chute com sua precisão (obtida através de acerto em alvo pré-determinado), através da observação visual das médias dos segmentos por grupo e dos chutes que acertaram o alvo.

3- JUSTIFICATIVA

Alguns estudos sobre o futebol, mais especificamente sobre o chute, preconizam a potência empregada nele, preocupando-se principalmente com a velocidade da bola ou dos segmentos corporais (PLAGENHOEF, 1971; RODANO; TAVANA, 1993; ISOKAWA; LEES, 1988). São analisados especificamente os chutes realizados com a parte dorsal do pé. No entanto, em uma partida de futebol muitas são as variações do chute, dependendo da situação do jogo, da trajetória da bola e do objetivo a ser alcançado por quem a chuta. Por isto que o estudo de situações específicas, como faltas próximas à meta, são de extrema importância, já que muitas vezes acabam decidindo uma partida.

O presente estudo aborda a comparação do padrão cinemático do chute em simulações de faltas próximas a área em participantes de duas categorias distintas. As categorias estudadas são próximas (sub-15 e sub-17) e a comparação entre elas pode proporcionar uma possível intervenção do técnico desportivo nas dificuldades apresentadas em cada uma. Esta ferramenta torna-se extremamente importante, já que principalmente no Brasil os treinamentos praticamente não mudam com o avanço de categoria.

4- REVISÃO DE LITERATURA

Muitas pesquisas têm voltado suas atenções para a obtenção de dados quantitativos a respeito do movimento empregado nas técnicas esportivas, levando em consideração as questões relacionadas às variáveis cinemáticas e buscando uma melhor compreensão destes movimentos. O presente estudo visou uma descrição dos segmentos inferiores durante a ação do chute através da cinemetria. Segundo Amadio (1996) este método consiste em um conjunto de técnicas que busca medir os parâmetros cinemáticos do movimento, isto é, a partir, por exemplo, da aquisição de imagens durante a execução do movimento, realiza-se o cálculo das variáveis dependentes dos dados observados nas imagens, como posição, orientação, velocidade e aceleração do corpo ou de seus segmentos. Dessa forma, a cinemetria está interessada na descrição de como um corpo se move, não se preocupando em explicar as causas desses movimentos. É composta por procedimentos de natureza basicamente óptica, nas quais as medidas são realizadas através de indicadores indiretos obtidos através de imagens. Inicialmente, pode-se considerá-la como um método que permite análises qualitativas, a partir da observação das imagens obtidas através de fotografia, filme ou película. Porém, a partir da mensuração do deslocamento de segmentos, representados pelos pontos selecionados no corpo humano, e do tempo, por meio da frequência de aquisição, pode-se derivar grandezas cinemáticas como velocidade e aceleração linear ou angular e pode-se montar uma análise biomecânica quantitativa dos movimentos humanos (AMADIO, 1996).

Em relação ao futebol, mais especificamente ao chute, a literatura apresenta alguns trabalhos que centralizam seus objetivos no estudo cinemático de movimento do chute em jogadores profissionais e outros poucos, apresentam trabalhos preocupados em investigar o chute em relação ao seu desenvolvimento ao longo da vida. Por isto, para uma melhor compreensão, a revisão de literatura apresenta-se subdividida em dois tópicos relacionados com os trabalhos encontrados e com o objetivo deste estudo, e são eles:

1– análise do chute considerando variáveis diversas.

a- velocidade no chute

b- precisão e padrão no chute

2- análise do chute em relação ao seu desenvolvimento ao longo da vida

4.1- Análise do chute considerando variáveis diversas.

A técnica do chute varia para cada pessoa, sendo uma habilidade que diferencia jogadores que se destacam pela potência do chute e pelo chute colocado e preciso. Barbanti (1994) distingue a técnica do movimento (definida como a “estrutura racional de um ato motor para atingir um objetivo determinado, e seu estudo é baseado nos princípios biomecânicos”) e a técnica esportiva (definida como “habilidades esportivas executadas racionalmente, também baseadas na biomecânica, e que correspondem a uma seqüência de movimentos de determinado exercício”). A técnica do chute tem sido identificada e classificada por vários autores. De acordo com algumas

adequações na classificação da técnica do chute, definida por Barfield (1998), Ximenes (2002) determinou quatro fases:

Corrida de Aproximação – esta fase é caracterizada pela aproximação do jogador à bola, finalizando-se na retirada do pé de chute do solo.

Posicionamento do Pé de Apoio – fase que vai da retirada do pé de chute do solo até o contato do calcanhar do pé de apoio com o solo.

Contato com a Bola – esta fase vai do contato do calcanhar do pé de apoio do solo até o instante em que o pé de chute entra em contato com a bola.

Finalização – esta fase é caracterizada pela continuação de todo o corpo em uma trajetória para frente após o contato do pé com a bola, finalizando-se no contato do pé de chute com o solo.

Entre os vários tipos de chute no futebol, o chute com o dorso do pé e com a parte medial do pé são os mais utilizados na prática do futebol (LEAL, 2000; LEES; NOLAN, 1998; LEVANON; DAPENA, 1998; SANTOS, 1979).

Geralmente, o chute com o dorso do pé é utilizado para imprimir uma maior velocidade à bola. De acordo com Frisselli e Montovani (1999), o jogador deve bater na bola com a região medial ou distal do dorso do pé. Este chute é conhecido popularmente como “chute de peito de pé”.

De acordo com Levanon e Dapena (1998), o chute realizado com a parte medial do pé não possui muita potência. Entretanto, tem um poder de precisão muito superior aos demais chutes existentes no futebol. O pé de chute atinge a bola com a parte medial do pé, ou seja, na articulação subtalar. Este chute é popularmente conhecido como “chute de chapa”. Devido à maior precisão deste tipo de chute, a maioria dos jogadores de futebol em situação de

cobrança de pênaltis ou faltas próximas à área utilizam o chute com a parte medial do pé.

4.1 a - Velocidade no chute

Em um importante estudo, Levanon e Dapena (1998) compararam a cinemática do chute com o dorso do pé e o chute com a parte medial do pé utilizando dados tridimensionais. Os resultados mostraram que no impacto com a bola no chute com a parte medial do pé, os participantes apresentaram a pélvis, o plano coxa-perna e o pé mais orientados para a direita e introduziram um componente medial da velocidade do pé. O plano perna-pé também apontaram mais para fora em relação ao plano coxa-perna. Já a bola apresentou maior velocidade no chute com o dorso do pé devido à maior velocidade do pé neste tipo de chute, gerada por meio da extensão do joelho.

Alguns estudos têm procurado investigar a relação entre a corrida de aproximação e a performance do chute executado com o dorso do pé. A pesquisa de Opavsky (1988) teve o propósito de estabelecer as características cinemáticas do chute realizado com o dorso do pé, na situação do participante parado (sem a realização de uma corrida de aproximação) e correndo (com a realização de uma corrida de aproximação contendo entre seis a oito passadas antes da execução do chute). Em ambas situações, a bola estava parada. Os resultados mostraram que os chutes realizados com o participante correndo produziram maiores velocidades angular e linear e que a bola teve uma velocidade média de $23.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ com o participante parado enquanto que, com o participante correndo, esta velocidade foi de $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Isokawa e Lees (1988) determinaram a relação entre os dados cinemáticos (a velocidade da perna, pé, tornozelo e joelho) e a velocidade da bola em diferentes ângulos de aproximação. Os chutes foram realizados com a parte dorsal do pé e foi utilizada apenas uma passada de aproximação. Os resultados mostraram que as maiores velocidades do pé e tornozelo foram encontradas com o ângulo de aproximação de 30°, a do joelho com o ângulo de 0°, a da perna com 15° e a velocidade da bola foi maior com o ângulo de aproximação de 45°.

Plagenhoef (1971) investigou os efeitos da corrida de aproximação em linha reta e em diagonal em relação à velocidade da bola no chute realizado com o dorso do pé. Os resultados apresentaram que a velocidade da bola é superior quando a aproximação é feita na diagonal, atingindo 28.9 m.s⁻¹, enquanto apresenta uma velocidade de 25 m.s⁻¹ para a aproximação reta. A velocidade de balanço da perna também é maior quando a aproximação para o chute é realizada diagonalmente.

Outra variável estudada a respeito da técnica do chute é a velocidade atingida pela bola após o contato. Encontra-se na literatura que a velocidade média da bola para jogadores adultos estão entre 20-30 m.s⁻¹ (ISOKAMA; LEES, 1998; RODANO; TAVANA, 1993). Segundo Levanon e Dapena (1998), a velocidade da bola após o impacto é menor no chute com a parte medial do pé (22.5 ± 1.8 m.s⁻¹) do que o chute com o dorso do pé (28.6 ± 2.2 m.s⁻¹). A velocidade do pé imediatamente antes do impacto com a bola foi menor no chute com a parte medial do pé (18.3 ± 1.8 m.s⁻¹) se comparado com o chute com o dorso do pé (21.6 ± 2.0 m.s⁻¹).

Rodano e Tavana (1993) investigaram o chute com o dorso do pé em jogadores profissionais italianos. Foram utilizados dez sujeitos pertencentes ao AC Milan que realizaram cinco chutes com o dorso do pé após duas passadas na corrida de aproximação. Os resultados apontaram que a velocidade da bola ficou entre 22.3 m/s e 30.0 m/s, sendo que os dois melhores resultados (30.0 e 28.0 m/s) foram obtidos por dois jogadores (atacantes) considerados pelo treinador como os mais potentes do grupo. Foi verificado também o aumento das correlações entre velocidade do pé e velocidade da bola nas melhores situações e nos valores médios de chute. Tal constatação levou os autores a conclusão de que, dentre os indivíduos mais hábeis e técnicos no chute, variações mínimas da performance motora podem influenciar negativamente as características motoras do movimento quando se considera a variabilidade do indivíduo.

Zebas e Nelson (1990, apud Davids *et al.*, 2000), estudaram a velocidade da bola no chute realizado com o dorso do pé por um jogador de futebol americano, em três diferentes distâncias em relação ao gol (18.18 m, 27.27 m e 45.45 m). Os autores não detectaram diferenças significativas na velocidade da bola em relação às referidas distâncias, relatando os seguintes valores $33.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $36.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e $35.6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nas três distâncias analisadas, respectivamente.

Em estudo recente, Nunome *et al.* (2002) investigaram as características cinemáticas de dois tipos de chute no futebol: chute com a parte medial e com o dorso do pé utilizando uma técnica de análise tridimensional. Participaram do estudo cinco estudantes de escola secundária, que após aquecimento

realizaram os chutes com o dorso e parte medial do pé. Os chutes foram filmados por duas câmeras de vídeo. Foram colocadas marcas reflexivas nos pontos anatômicos apropriados determinando os segmentos coxa, perna, pé. Os resultados obtidos foram os seguintes: a velocidade inicial da bola ($24.3 \pm 0.8 \text{ m.s}^{-1}$) e a velocidade do pé imediatamente antes do impacto ($17.7 \pm 0.5 \text{ m.s}^{-1}$) do chute com a parte interna do pé foi significativamente inferior do que com o chute com o dorso do pé (bola: $28.0 \pm 2.4 \text{ m.s}^{-1}$ e pé : $24.2 \pm 2.2 \text{ m.s}^{-1}$).

4.1 b- Precisão e padrão no chute

Lees e Nolan (1999) investigaram, através de uma análise tridimensional, a relação da velocidade da bola com a precisão do chute executado com o dorso do pé. Os participantes selecionados foram dois jogadores de futebol profissional. Foi realizada uma simulação de pênalti, onde cada jogador executou 10 chutes, sendo 5 chutes com ênfase na potência (velocidade da bola) e 5 chutes com ênfase na precisão (alvo definido). Os resultados revelaram uma redução significativa da velocidade da bola em torno de 6 m.s^{-1} quando os sujeitos tentaram acertar o alvo.

A precisão e a assimetria (direita e esquerda) do chute é outro fator que tem sido estudado. Teixeira (1999) estudou a precisão do chute de força máxima (dorso do pé) em alvos definidos e indefinidos, com bolas de diferentes tamanhos (11 cm e 22 cm de diâmetro) e massa semelhante (50 g), tendo como sujeitos cinco estudantes universitários, experientes na prática do futebol com a idade variando entre 19-22 anos. Os resultados apontaram que os chutes realizados com alvos definidos requerem mais tempo entre a colocação

do pé de apoio até o contato com a bola (136.40 ms). Já no alvo indefinido, o tempo do referido movimento foi de 116.60 ms. O autor também relatou uma maior fase de desaceleração do membro do chute quando utilizado alvo definido e a bola pequena.

Ximenes (2002) estudou 10 atletas destros do sexo masculino, universitários e com um histórico no processo de treinamento de mais de 4 anos no futebol, com o objetivo de realizar uma análise cinemática comparando o chute realizado com o dorso do pé e o chute com a parte medial do pé, verificando a precisão dos chutes e descrevendo o comportamento dos segmentos do membro inferior. De acordo com os resultados encontrados, concluiu-se que o chute executado com a parte medial do pé possui um maior poder de precisão em relação ao chute realizado com o dorso do pé. O segmento coxa, do chute executado com o dorso do pé, apresentou padrões cinemáticos diferentes do chute executado com a parte medial do pé, devido aos movimentos mais acentuados da pélvis e quadril. No chute executado com o dorso do pé, o segmento perna apresentou diferenças entre as curvas, proporcionado por uma maior flexão da articulação do joelho. Nos segmentos analisados em ambos os chutes, o pé apresentou maiores diferenças entre os padrões cinemáticos, principalmente no final da ação do chute executado com a parte medial do pé, ocorrendo uma acentuada inclinação no sentido horário, objetivando atingir a bola com a região medial do pé.

Cunha *et al.* (2002) descreveram uma metodologia para análise do padrão de movimento de chutes com a bola parada, utilizando coordenadas esféricas para indicar a posição angular dos membros inferiores. Foram

utilizados doze chutes com a bola parada registrados em duas câmeras de vídeo S-VHS (60 Hz). Após conversão analógico-digital foram determinadas as coordenadas cartesianas das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Em seguida estas coordenadas foram transformadas em coordenadas esféricas, com a longitude e latitude de cada segmento representado por curvas contínuas. Os resultados mostraram que os gráficos dos chutes da latitude em função da longitude podem ser melhor compreendidos e que as análises utilizando estas duas variáveis (latitude e longitude) podem identificar a conduta de cada segmento durante a realização do chute.

Outro importante trabalho realizado e que também trata do chute realizado com a parte medial do pé foi apresentado por Cunha *et al.* (2001), no qual foram estudados os padrões cinemáticos dos chutes com o dorso do pé e com a parte medial do pé. Foram filmados dois participantes, praticantes regulares de futebol, ambos com 20 anos de idade e que executaram duas séries de cinco chutes (a primeira com o dorso do pé e a segunda com a parte medial do pé) com a bola parada e posicionada a 11 metros do gol (na marca do pênalti). Os resultados obtidos indicaram que houve uma diferença de padrão do chute tanto entre os tipos de chutes investigados como entre os participantes analisados. Foi observado que houve diferença visível entre os tipos de chute principalmente no segmento pé e uma diferença ainda mais acentuada entre os chutes dos dois participantes, especialmente nos segmentos perna e pé.

Brown *et al.* (1993) realizaram um estudo sobre a análise cinemática tridimensional do chute simulando uma cobrança de falta passando sobre uma

barreira. Esta tarefa é similar a realizada no presente estudo. Foram utilizadas 2 câmeras que filmaram quatro jogadores australianos habilidosos realizando os chutes a uma distância de 18.29 m do gol, com uma barreira posicionada a 7.75 m (estimativa das verdadeiras condições durante o jogo). Os resultados mostraram que todos os sujeitos possuem padrão similar de aproximação para a bola e verificaram as orientações dos segmentos do corpo no momento do contato com a bola encontrando que estas orientações são similares. Porém, os autores afirmaram que cada sujeito possuía seu próprio estilo para executar o chute com sucesso.

Magalhães Jr. (2003) definiu e comparou os padrões cinemáticos dos segmentos da coxa, perna e pé em indivíduos praticantes e não praticantes de futebol, descansados e induzidos à exaustão. Foram filmados 20 participantes (10 praticantes e 10 não praticantes) que inicialmente executaram 5 chutes simulando uma cobrança de falta e posteriormente foram induzidos à exaustão realizando mais 5 chutes em seguida. Os padrões cinemáticos foram determinados pelas curvas de projeções estereográficas e comparados entre grupos através de análise por *cluster*. Este tipo de análise foi o mesmo utilizado no presente estudo. O autor encontrou diferenças significativas entre os grupos nas duas situações (descanso e exaustão) para os segmentos coxa, perna e pé, sendo que as maiores diferenças foram no segmento pé. Não foram encontradas diferenças significativas intragrupos.

Já Barfield (1998) realizou uma revisão com vários estudos sobre o chute e concluiu que este fundamento, considerado o mais importante no futebol, continuará a ser um tópico de discussão e de pesquisa no campo da

biomecânica, pois sempre existirão várias questões sem respostas. Pode-se incluir aqui as influências das forças aplicadas na planta do pé das quais depende a velocidade da bola, maior definição na determinação das fases e das forças que agem no quadril e no joelho.

Com essas considerações a respeito da técnica dos chutes com o dorso do pé e com a parte medial do pé, pode-se observar que os padrões cinemáticos dos chutes mencionados apresentam-se de formas diferentes, quando comparado os movimentos dos segmentos corporais (coxa, perna e pé). Porém, essas informações são em sua maioria oriundas de experimentos realizados em laboratórios. No entanto, há uma necessidade de fazer uma comparação entre as variáveis na execução dos chutes em questão no próprio campo de futebol, principalmente do chute realizado com a parte medial do pé, pois não se encontram muitos trabalhos na literatura que tratam do mesmo.

4.2- Análise do chute em relação ao seu desenvolvimento ao longo da vida.

O chute também é investigado em relação ao seu desenvolvimento ao longo da vida. Bloomfield *et al.* (1979 apud Lees e Nolan, 1998) analisaram a ação do chute em garotos de 2 a 12 anos. Eles mostraram os vários indicadores de performance e caracterizaram seis estágios de desenvolvimento. As crianças alcançam o estágio 1 com uma média de 3.9 anos. Os estágios intermediários (2-5) são alcançados com as seguintes idades: 4.1, 4.8, 6.1 e 8.2 anos. As crianças atingem o estágio 6 com uma

média de 11.2 anos de idade e, já nesta fase, possuem um padrão maduro do movimento de chute. Todos os participantes do presente estudo possuíam um padrão maduro do movimento. No entanto, a idade cronológica não é um bom indicador para o desenvolvimento de habilidades.

De acordo com os estudos realizados por Day (1987 apud Lees e Nolan, 1998), a velocidade média da bola para crianças de 8-14 anos de idade varia entre 12.0-15.5 m.s⁻¹.

Uma outra medida investigada na ação do chute é a velocidade angular da máxima extensão da articulação do joelho, que ocorre logo antes do impacto com a bola. Elliot *et al.* (1980) mostraram que, em crianças, esta medida cresce progressivamente com a idade. Em crianças com idade média de 4.6 anos é observada uma velocidade de 17.7 rad.s⁻¹. Já em crianças de 9.9 anos esta velocidade é de 28.0 rad.s⁻¹. Neste mesmo trabalho foram utilizados 51 garotos, com idades entre 2 e 12 anos, filmados efetuando dois chutes com a bola no ar. O objetivo foi determinar os padrões cinemáticos do segmento inferior das crianças e comparar estes padrões com os dos chutes de jogadores de alto nível. Os garotos foram previamente marcados nas suas articulações e foi dada a instrução para que eles chutassem naturalmente a bola. Apenas a melhor execução, de duas tentativas, foi escolhida a critério do observador. Os chutes foram filmados por duas câmeras e as coordenadas dos pontos marcados foram obtidos através de processos biomecânicos. A partir dos 51 chutes estudados, os autores fizeram uma distribuição em cinco grupos de garotos, por nível de habilidade, separados através da comparação

do padrão cinemático dos chutes apresentados pelos garotos com o padrão dos sujeitos experientes.

Wickstrom (1977), realizaram uma revisão do desenvolvimento motor do chute em crianças entre 2 e 6 anos de idade, sugerindo quatro estágios:

1º - envolvimento simples do movimento pendular da perna de chute com uma pequena flexão do joelho;

2º - exibição de aumento na flexão da perna de chute para trás e uma completa extensão do quadril;

3º - demonstração de uma grande flexão do joelho;

4º - existência de uma rotação pélvica.

Davis *et al.* (2000) relataram que o desenvolvimento motor do chute realizado com o dorso de pé, em garotos com idade de 6 a 12 anos, classificam-se em 5 estágios:

1º - posicionamento da perna de apoio para rotação da pélvis e para extensão da articulação do joelho da perna de chute;

2º - rotação da pélvis e balanço para trás da perna de chute com simultânea flexão do quadril e joelho;

3º - vigorosa extensão da parte distal da articulação do joelho da perna de chute;

4º - momentânea diminuição da flexão da coxa e extensão das partes distais do membro de chute um pouco antes do contato com a bola;

5º - avanço do braço contrário à perna de chute, decorrente da vigorosa ação do chute.

Valeta (1998) analisou o posicionamento do pé de apoio no chute de crianças, realizado com o dorso do pé. Foram filmadas três crianças (uma com 12 anos e as outras com 13 anos de idade) destras que realizaram os chutes com a bola parada e a 11 metros do gol (da marca do pênalti), visando acertar um quadrante do gol pré-estabelecido. O estudo foi dividido em duas fases: na primeira fase os participantes realizavam a tarefa sem nenhum treinamento, na segunda as crianças foram submetidas a um protocolo de treinamento. Os resultados mostraram uma melhora na performance relacionada à precisão dos chutes das crianças analisadas após o treinamento.

Mclean e Tumilty (1993) estudaram a assimetria nos chutes rasteiro e alto executado com o dorso do pé. Os sujeitos selecionados foram 12 jogadores de futebol Júnior de elite com média de idade 16.8 anos, utilizando três passos de corrida de aproximação. Os resultados apontaram uma maior velocidade da bola quando realizado o chute com o membro dominante, sendo eles rasteiro 21.9 m.s^{-1} e alto 18.3 m.s^{-1} . Foi também verificada uma melhor precisão do membro dominante para o chute rasteiro 66.6% e alto 33.3%. Não foram detectadas diferenças entre o tempo de contato com bola de ambos os pés (direito e esquerdo).

Santiago (2002) comparou os padrões cinemáticos do chute com a parte medial do pé entre participantes de 13 e 20 anos de idade. Estes realizaram dez chutes cada um, simulando uma cobrança de falta de 20 metros do gol. Os chutes foram filmados através de 2 câmeras digitais focalizando o membro inferior de chute, o qual continham marcadores passivos nos pontos anatômicos de interesse: quadril, joelho, tornozelo, calcâneo e quinto

metatarso. Com isto foram definidos os segmentos coxa, perna e pé. As imagens foram capturadas e medidas. Em seguida, os dados obtidos foram suavizados e então realizou-se uma projeção estereográfica obtendo as curvas no plano que descreveram a movimentação dos segmentos durante a realização do chute. Com os resultados obtidos verificou-se que os participantes de 13 anos apresentaram um padrão cinemático de movimento similar aos de 20 anos.

Já Lara Jr. (2003) utilizou nove adolescentes, entre 15 e 17 anos de idade, para analisar a posição angular do pé de apoio e sua influência na direção de saída da bola no chute com a bola parada. Cada participante realizou dezoito chutes com a parte medial do pé, estando a bola parada sobre uma área de 4 metros quadrados distantes a 6 metros do alvo (os chutes foram realizados em laboratório). Estes foram filmados e os resultados obtidos mostraram que não houve grande variação no ângulo de posição do pé de apoio ao longo da execução do movimento e a que a variabilidade do ângulo do pé de apoio foi semelhante em todas as fases do chute. A fase em que o pé estava totalmente apoiado no solo foi a que apresentou maior contribuição no ângulo de saída da bola. Existiu também uma forte interdependência entre o ângulo do pé de apoio e o ângulo de saída da bola.

Mais recentemente, Teixeira *et al.* (2003) compararam os valores de latitude em função do tempo (ciclo de movimento) do vetor ortonormal ao plano formado pelos segmentos coxa e perna em participantes com 13 e 20 anos de idade. Foram obtidas as medianas de cada conjunto de dados a cada intervalo de tempo com seus respectivos intervalos de confiança, encontrando assim,

padrões diferentes apenas de 19 a 28% e de 93 a 100% do ciclo de movimento. Nos demais intervalos do ciclo, os padrões de ambos os grupos foram os mesmos, ou seja, o padrão foi semelhante entre os grupos estudados.

Segundo Barfield (1998), a participação de jogadores de todas as áreas da sociedade, dos jovens aos mais velhos, homens e mulheres, e de diferentes tipos de competições, sempre será necessária para as pesquisas que visam ao aprimoramento do treinamento, prevenindo lesões e fornecendo meios que ajudem nas técnicas de reabilitação.

Sendo assim, essas considerações a respeito da técnica do chute relacionado com fases do desenvolvimento ao longo da vida são importantes para compreensão da complexidade do fundamento. Por isto, este estudo buscou ampliar os conhecimentos científicos da técnica do chute com a parte medial do pé, em participantes de 15 e 17 anos, descrevendo detalhadamente o comportamento dos segmentos (coxa, perna e pé) que constituem o membro de ação neste tipo de chute realizado no futebol.

5- MATERIAL E MÉTODOS

Este tópico foi dividido em partes conforme a seqüência de procedimentos que foram utilizados para a realização do estudo. São eles:

- Participantes
- Protocolo
- Filmagens
- Captura e armazenamento das imagens
- Medição das imagens
- Calibração e sincronização
- Reconstrução Tridimensional
- Forma de análise dos resultados

5.1- Participantes

Para a realização deste trabalho, foram filmados chutes de 20 voluntários do sexo masculino, sendo 10 destes com idade de 15 anos (com estatura média de $1,70\text{ m} \pm 0,06$ e massa média de $59,3\text{ Kg} \pm 4,57$) e 10 com idade de 17 anos (com estatura média de $1,72\text{ m} \pm 0,06$ e massa média de $62,4\text{ Kg} \pm 7,50$) com o mesmo nível maturacional, ou seja, o nível **A2** de acordo com o quadro de pilosidade axilar apresentado abaixo (Quadro 1). Estas idades foram escolhidas devido à divisão etária mundial no futebol apresentarem as

categorias sub-15 (com atletas com idade inferior a quinze anos) e sub-17 (com atletas com idade inferior a dezessete anos).

Quadro 1: Estágios Maturacionais de pelo axilar (ZATSIORSKI (1988) apud FILIN; VOLKOV (1998) e modificada por LEITE (2000)).

Estágios	Grau de desenvolvimento (pêlos)
A0	Ausência de pêlos
A1	Primeiros pêlos, curtos e ralos, na parte central da axila
A2	Pêlos bem evidentes, ocupando área total da axila
A3	Desenvolvimento completo dos pêlos se tornam espessos, longos e fortes, ocupam toda superfície da axila

Os responsáveis pelos participantes assinaram um termo de consentimento que continha informações sobre as condições para participação no experimento. Este estudo foi resultado de um projeto aprovado pela comissão de ética do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Rio Claro – e os participantes poderiam, sem restrições, deixá-lo a qualquer momento que necessitassem (Anexo 1).

Os participantes necessariamente deveriam ser destros e praticantes regulares do futebol, ou seja, estarem treinando durante pelo menos dois anos em alguma equipe ou escola de futebol. Todos os participantes atendiam estas condições e possuíam alguns anos de experiência com o futebol não apenas com treinamento, como ilustram as tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Identificação e experiência com o futebol dos participantes do grupo (G1 – 15 anos)

Identificação	Experiência com futebol
G1A	8 anos
G1B	9 anos
G1C	5 anos
G1D	6 anos
G1E	8 anos
G1F	7 anos
G1G	7 anos
G1H	7 anos
G1I	8 anos
G1J	8 anos

Tabela 2 – Identificação e experiência com o futebol dos participantes do grupo (G2 – 17 anos)

Identificação	Experiência com futebol
G2A	6 anos
G2B	8 anos
G2C	11 anos
G2D	7 anos

G2E	11 anos
G2F	10 anos
G2G	10 anos
G2H	6 anos
G2I	6 anos
G2J	6 anos

Através da observação das tabelas, pode-se constatar que o G1 possuía em média 7,1 anos de experiência e o G2 8,1 anos, ou seja, existia 1 ano de diferença na experiência com futebol em relação ao tempo médio. Sendo assim pode-se afirmar também que a amostra foi homogênea quanto esta variável.

5.2- Protocolo

Após obtenção da estatura e massa foi apurado o nível de maturação dos participantes de acordo com o quadro já mencionado, ou seja, foi pedido aos participantes que levantassem os braços e em seguida foi anotado o nível de maturação. Em seguida foi realizado um aquecimento prévio para evitar riscos de contusões, com duração de aproximadamente 10 minutos, o qual foi composto por uma corrida lenta, alongamentos (dirigido para os membros inferiores) e cada participante realizou alguns chutes a gol. Após este aquecimento cada participante realizou 3 séries de 5 chutes com a bola parada, onde esta deveria passar por sobre uma barreira maciça medindo 2,0 metros de altura e 1,8 metros de largura, posicionada a 9,15 metros da bola,

simulando assim uma cobrança de falta de uma distância de vinte metros em direção ao gol (Figura 3). O intervalo de uma série para a outra foi de aproximadamente 30 segundos e ficou a critério dos participantes tanto a distância como a direção da corrida de aproximação, evitando possíveis influências no padrão de movimento de cada um. Foi colocado também um alvo de 1 metro quadrado (Figura 1), localizado no ângulo superior do gol para verificar a precisão dos chutes (Foi escolhido este local para o alvo, devido ao posicionamento da barreira e do goleiro que geralmente ocorrem nas cobranças de faltas). Os chutes foram classificados como no alvo, se a bola batesse nele ou se ultrapassasse-o. Foram classificados também em trave, fora do gol, Q1, Q2, Q3 e Q4 de acordo com o quadrante que a bola passasse, seguindo o esquema da figura que segue.

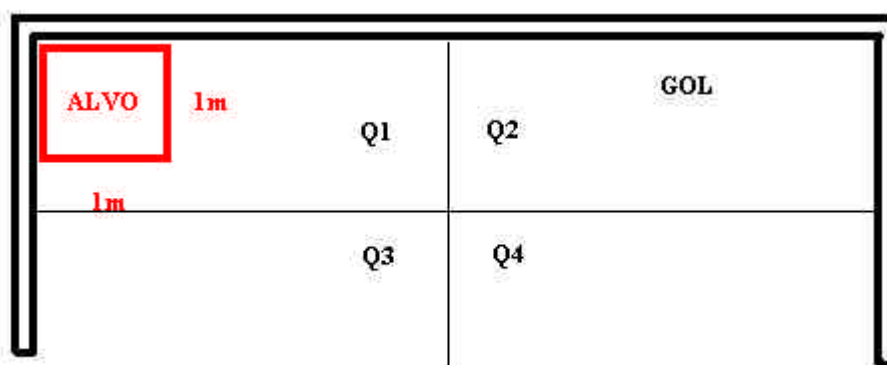


Figura 1 – Representação do alvo colocado no ângulo superior do gol.

Como forma de padronizar o movimento, todos participantes realizaram o mesmo tipo de chute (o qual a bola é tocada com a parte medial do pé), ficando a critério próprio a corrida de aproximação.

Foram colocados, marcadores (esferas) de isopor medindo 2,5 cm de diâmetro nas articulações do quadril (trocânter maior), joelho (epicôndilo lateral do fêmur), tornozelo (maléolo lateral), no acidente anatômico tuberosidade lateral do osso calcâneo e no metatarso lateral (quinta articulação metatarsofalangeana) definindo os segmentos coxa, perna e pé (Figura 2). Estes marcadores foram fixados sobre a calça no membro dominante, ou seja, no membro direito dos participantes com velcro e fita dupla-face.

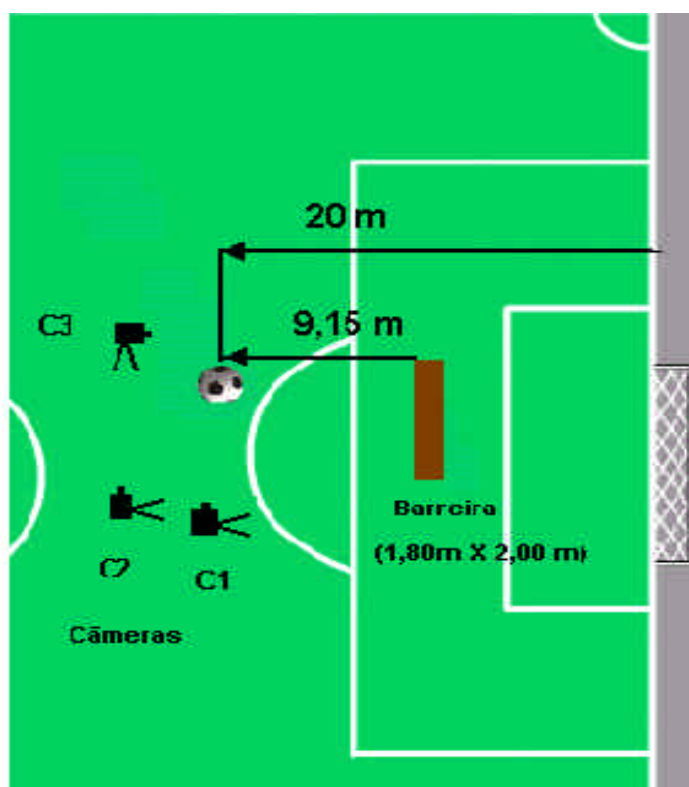
Os participantes estavam vestidos com calça de lycra, chuteira e meião pretos (Figura 2), tendo em vista uma melhor identificação dos marcadores e a medição automática das seqüências de imagens.



Figura 2: Representação dos marcadores definindo os segmentos corporais coxa, perna e pé.

5.3- Filmagens

Para as filmagens foram utilizadas 3 câmeras de vídeo digitais JVC, modelo GR-DVL 9800u, fixadas em tripés, as quais, estavam ajustadas a uma frequência de 120 Hz, sendo que duas delas estavam posicionadas lateralmente ao movimento dos participantes e focalizavam os marcadores passivos colocados no membro inferior (articulação do quadril, joelho, tornozelo, do quinto metatarso e no osso calcâneo) dos participantes, sendo filmado apenas da cintura para baixo, permitindo uma boa visualização dos segmentos analisados. A outra câmera focalizou o gol para verificação da



precisão dos chutes, conforme representação na figura 3.

Figura 3: Esboço da situação experimental e do posicionamento das câmeras.

Os chutes foram analisados a partir do instante em que o membro de chute foi retirado do solo até o instante em que o mesmo tocou a bola. Este ciclo de movimento foi dividido em duas fases para uma melhor compreensão, estas fases foram denominadas: Fase de Apoio e Fase de Contato (BARFIELD, 1998 e modificada por XIMENES, 2002) (Figura 4) .

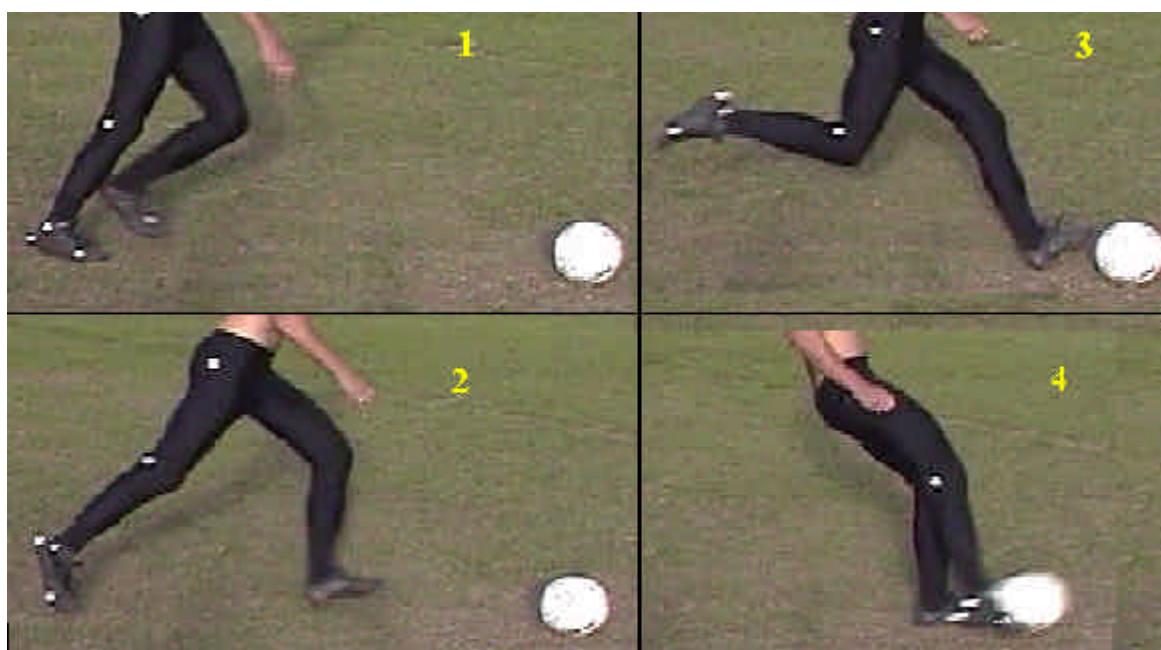


Figura 4 – Fases do chute (1 a 2 - Corrida de aproximação; 2 a 3 - Fase de apoio; 3 a 4 - Fase de Contato; 4 em diante - finalização).(BARFIELD, 1998 modificada por XIMENES, 2002).

Antes de iniciar as filmagens das execuções dos chutes, foi colocado um calibrador possuindo 8 (oito) pontos com posições absolutas conhecidas (1,00 m altura, 0,75 m de comprimento e 0,75 m de profundidade) em relação ao referencial que foi o sistema dos eixos cartesianos x , y e z (Figura 5). O calibrador foi posicionado próximo à marca determinada para realização dos chutes. O sistema de referências utilizado foi determinado como o eixo y

coincidindo com a vertical (orientado para cima), o eixo x em direção ao gol, formando uma linha imaginária ortogonal com a linha de fundo (orientado no ponto médio do gol), ortogonal ao eixo y e o eixo z definido pelo produto vetorial de x por y .

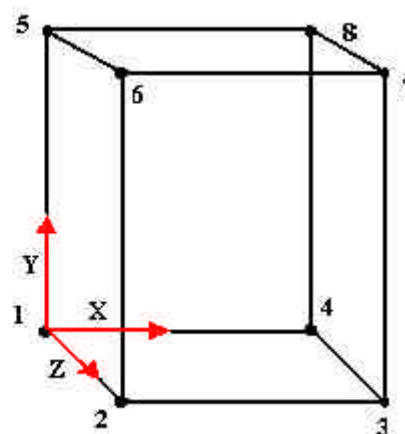


Figura 5: Calibrador e sua representação esquemática com os eixos básicos.

5.4- Captura e armazenamento das imagens

Após as filmagens, as imagens foram capturadas e armazenadas no computador, ou seja, para a análise destas imagens foram capturadas as seqüências de imagens desejadas e estas ficaram armazenadas no computador em formato de arquivos AVI (Áudio Vídeo Interlece). Para isso foi utilizada uma placa de vídeo Studio DV da marca Pinnacle (Figura 6). Em seguida foi realizado o desentrelaçamento destas imagens (separação do *fields*), obtendo a seqüência do movimento com a freqüência desejada. Para isto foi utilizado o compactador "Indeo video 5.11" ®. Este procedimento de

desentrelaçamento foi realizado através do *software* Dvideow (BARROS *et al.*,1999).

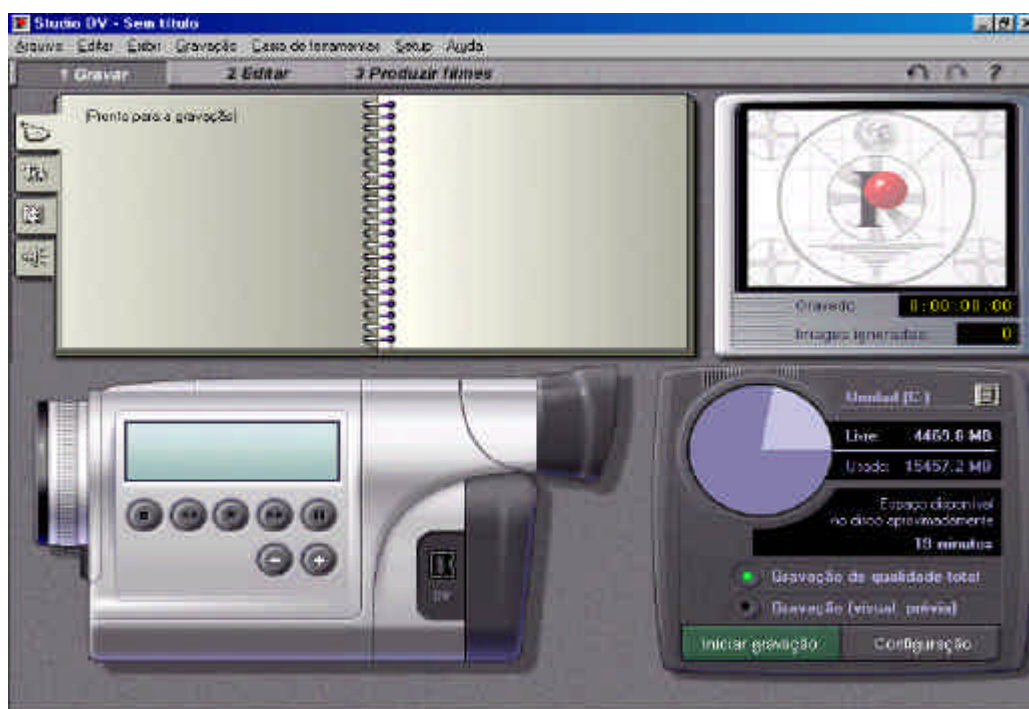


Figura 6 – Studio DV – *software* para a captura das imagens.

5.5- Medição das imagens

Essas imagens foram medidas através do já referido *software* Dvideow (Figura 7), ou seja, de posse das imagens desentrelaçadas no padrão AVI, foi realizado o processo de medição, que consistiu na projeção de uma seqüência de imagens na tela do computador, seguido pela identificação de todos marcadores fixados nos pontos anatômicos que definiram os segmentos (coxa, perna e pé) do membro de chute. Quanto à medição, sabe-se que todo o processo de descrição de movimentos a partir do registro em vídeo baseia-se na possibilidade de obtenção de coordenadas em um plano comparador, no

caso específico nas imagens digitais projetadas no monitor de um computador. Existem três maneiras de determinar coordenadas (medição) no plano das imagens no Dvideow: manual, automática e semi-automática. No presente estudo foi utilizada a medição semi-automática, ou seja, a medição foi realizada parcialmente por meio de um operador e a outra parte pela aplicação de algoritmos de extração de padrões nas seqüências de imagens. Devido às dificuldades de garantir o sistema de análise sempre de maneira automática (no chute, por exemplo, geralmente ocorre a passagem do braço encobrendo o marcador colocado na articulação do quadril), esta medição semi-automática integrou a ação do operador com os recursos existentes para detecção de padrões automáticos.

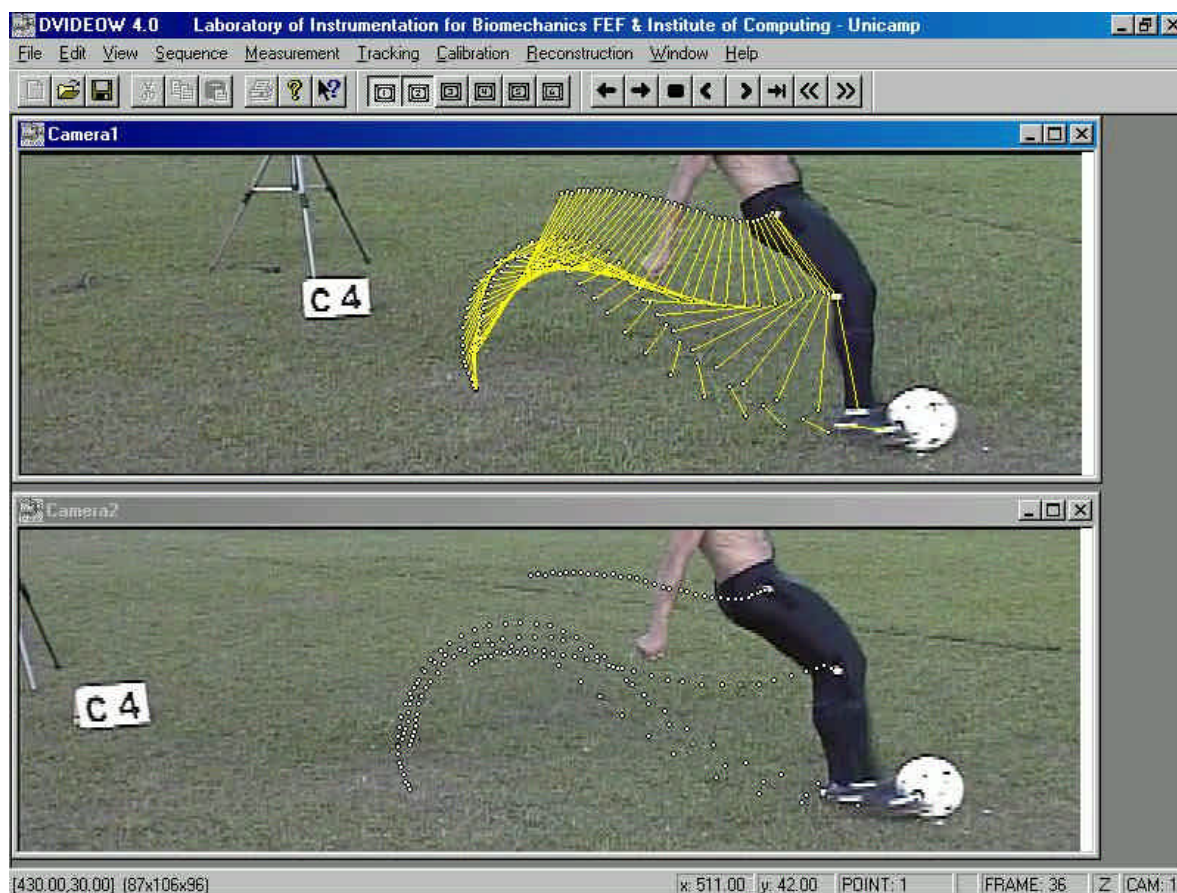


Figura 7- Representação dos segmentos e dos pontos marcados ao longo da execução do movimento.

5.6- Calibração e Sincronização

Além dos procedimentos já descritos, realizou-se a marcação dos pontos definidos para o cubo de referência. A calibração consistiu na utilização das medições manuais deste “cubo”, para calibrar as câmeras a partir de um referencial com dimensões conhecidas. Inicialmente, foi carregada a seqüência de imagens de interesse e foram digitados os valores referentes a cada marcador do cubo. Em seguida, foi calibrada a primeira câmera colocada lateralmente ao movimento filmado através do calibrador referente a ela, sendo feito o mesmo procedimento para a outra câmera colocada lateralmente (este procedimento também foi realizado através do mesmo *software* Dvideow). A terceira câmera foi utilizada somente para a verificação da precisão dos chutes, por isto não necessitou de calibração.

A sincronização foi realizada através do mesmo *software* citado anteriormente. Este processo foi realizado para que houvesse uma relação temporal entre as imagens das duas câmeras, ou seja, foi realizada detectando momentos bem definidos dentro do ciclo de movimento estudado. Para isto, bastou fornecer ao *software* eventos que ocorreram simultaneamente nas duas câmeras que focalizavam o membro inferior de chute: a retirada do pé de chute do solo, o contato do calcanhar do pé de apoio com o solo e o contato do pé com a bola.

Através destes três momentos durante o ciclo, foi possível fornecer ao *software* informações precisas para a realização da sincronização das câmeras.

5.7- Reconstrução Tridimensional

O fenômeno do chute é tridimensional, mas para quantificá-lo, este estudo apóia-se em uma metodologia que utiliza as imagens, que são bidimensionais e, por isso, necessita da execução da reconstrução tridimensional. O processo utilizado para a reconstrução tridimensional foi o (DLT) "*Direct Linear Transformation*" que é um método de equações aplicado para quantificar os parâmetros da reconstrução (BARROS et al., 1999).

A reconstrução tridimensional é uma metodologia muito utilizada na Biomecânica e consiste na obtenção de coordenadas espaciais a partir de registros de suas imagens e foi inicialmente proposta por Abdel-Aziz e Karara (1971). Sendo assim, a partir da seqüência de imagens do mesmo chute, geradas por câmeras diferentes, foi realizada a reconstrução tridimensional, que consistiu na localização dos pontos marcados nos sujeitos no espaço tridimensional com as posições relativas no espaço (realizada também através do mesmo *software*) para a obtenção das coordenadas espaciais que estavam dispostas em forma de matriz, ou seja, **x**, **y** e **z** de todos os pontos de interesse, podendo assim, descrever o movimento realizado pelos participantes deste estudo.

5.8 - Forma de análise dos dados

Sabe-se que o movimento humano é apresentado de forma contínua e suave, no entanto os dados obtidos após a reconstrução tridimensional (coordenadas x , y e z de cada segmento em função do tempo) se apresentam de forma discreta. Além disto, algum erro de medição pode também causar problemas na interpretação dos resultados. Por isto, foi necessária a realização de uma suavização dos dados, ou seja, separar o sinal (evento de interesse) do ruído (erro). Foi importante também observar os resíduos da suavização para que não se perdesse algum sinal. Esta suavização foi realizada através da função não paramétrica *Loess* (CUNHA, 1998) através de rotina desenvolvida no software S-PLUS ®. Esta função permite a interferência e correção do parâmetro de suavização para a obtenção da melhor suavização para cada coordenada. Esta verificação foi realizada através da análise dos resíduos (diferença entre o ponto medido e a função suavizada) e da verificação das primeira e segunda derivadas (velocidade e aceleração respectivamente). A função *Loess* foi utilizada também pelo fato de ser um ajuste não paramétrico, ou seja, não existe um modelo pré-determinado para o movimento do chute, por isso o conjunto de dados é quem vai dizer qual é a sua forma. Além disso, a função é robusta, não deixando que valores discrepantes influenciem na curva, é local pois utiliza janelamento (suaviza utilizando janelas a partir do ponto de interesse). E também é ponderada, o que significa que a função fornece peso aos dados, por exemplo, um peso maior aos dados mais próximos ao dado a ser suavizado.

Após a suavização dos dados, foram determinados os segmentos (vetores) coxa, perna e pé. Estes segmentos foram normalizados (transformados em tamanho unitário). Em seguida estes segmentos foram transladados e centrados na origem através das operações (adição e subtração) com vetores. Estes tratamentos com os vetores possibilitam que os mesmos percorram na superfície de uma esfera (imaginária) de raio unitário centralizadas nos marcadores articulares, descrevendo os movimentos realizados pelos segmentos coxa, perna e pé. Sendo assim, para cada quadro de uma seqüência de imagem de um chute, teve um ponto marcado na esfera que formou uma curva. A partir destas curvas descritas na esfera para cada segmento normalizado, foi realizada uma projeção estereográfica (Figura 8) (CUNHA *et al.*, 2001), onde o plano de projeção encontra-se paralelo ao plano do solo tangente ao pólo Sul da esfera. Então, foram obtidos vários pontos no plano que formaram uma curva que representou o comportamento dos segmentos durante o movimento analisado.

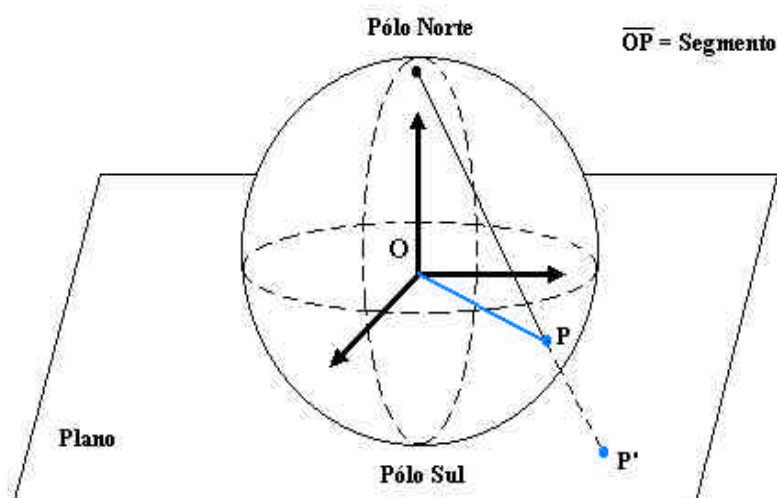


Figura 8 – Representação da realização da Projeção Estereográfica.

Finalmente foram obtidos os gráficos utilizados para analisar o padrão do chute. Sendo assim, foram obtidas 15 curvas do chute com a parte medial do pé, para cada participante. Em seguida, foi calculada uma única curva média(tempo a tempo) para cada segmento na realização dos chutes, ou seja, cada participante teve apenas uma curva média representando cada segmento. Foi calculada uma única curva média em função do tempo para cada faixa-etária e uma curva média dos chutes que acertaram o alvo para cada grupo. Com isso, foi possível observar as diferenças e semelhanças de padrões de movimento dos segmentos coxa, perna e pé durante toda a ação do chute (intra-sujeitos e intersujeitos). Estas diferenças e semelhanças no padrão de movimento foram estabelecidas através da separação das curvas utilizando-se separação por *cluster*. Esta é uma técnica para encontrar grupos em dados, ou seja, é um modo de detectar diferenças nas curvas e separá-las em grupos diferentes. Foi aplicado o *cluster* PAM (*Partition Around Medoid*) (KAUFMAN; ROUSSEEUW, 1990), através de rotina desenvolvida no *software* S-PLUS[®], entre todas as curvas a serem separadas em cada instante de tempo. Foi escolhida esta técnica pois o tratamento do conjunto de dados leva em consideração sua série temporal (curva em função do tempo). Foi escolhido o número de *clusters* igual a dois, pois no caso tem-se dois grupos para comparação (grupos de 15 e 17 anos) para cada segmento analisado. Esta separação de curvas neste caso específico é a análise estatística para detectar se há diferenças no padrão cinemático do chute. Para exemplificação seguem alguns gráficos ilustrativos do que seria uma boa separação.

PROJEÇÕES ESTEREOGRÁFICAS

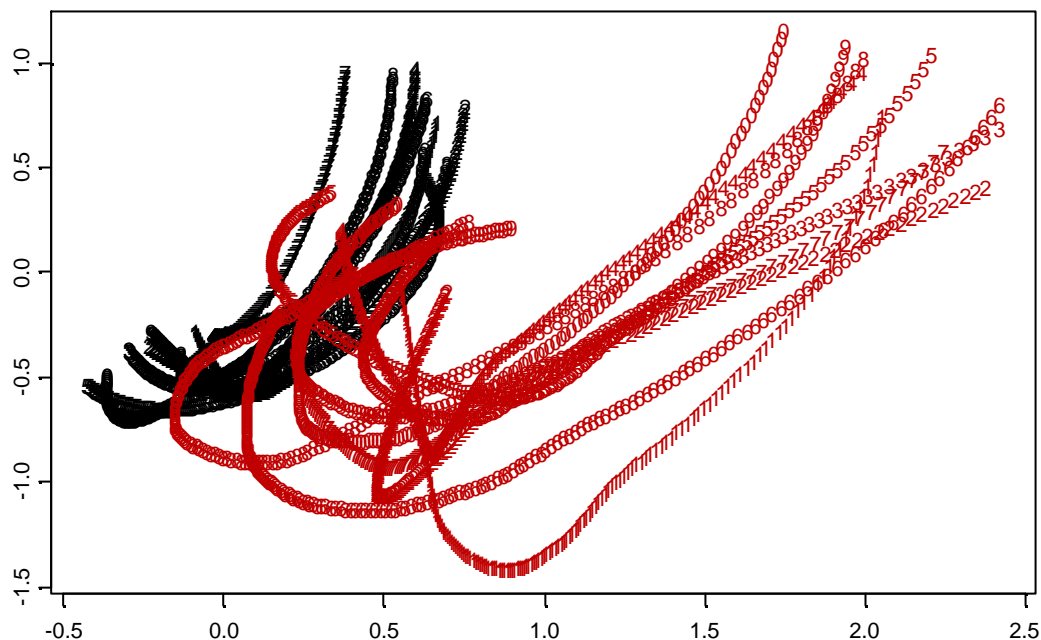


Figura 9 – Comparação entre os segmentos coxa (preto) e pé (vermelho) de um mesmo grupo.

Pode-se observar na Figura 9 dois conjuntos de curvas das projeções estereográficas de dois segmentos diferentes no mesmo grupo, ilustrando uma boa separação entre estas curvas. Visualmente percebem-se claramente dois grupos extremamente distintos que definem padrões diferentes de movimento.

No entanto para verificar estatisticamente estas diferenças foi utilizado o Coeficiente de silhueta (SC).

Sendo assim, o coeficiente de silhueta (**SC** ou “*silhouette coefficient*”) representa a diferença entre os grupos de curvas estatisticamente comprovada. Este coeficiente é obtido da seguinte maneira:

- **s(i)** é a variável que mede o grau de separação entre os grupos, ou seja, a classificação dos dados em análise por *cluster*. Sendo que, **i = 1: n** (n=numero de pontos do conjunto de dados);
- **a(i)** = média da distância de um ponto de uma curva para os pontos, no mesmo instante de tempo, das curvas do mesmo grupo.
- **b(i)** = menor distância entre cada ponto de uma curva de um grupo para os pontos, no mesmo instante de tempo, das curvas do outro grupo.

Então:

- **s(i) = 1 - a(i)/b(i)** se $a(i) < b(i)$;
- **s(i) = 0** se $a(i) = b(i)$;
- **s(i) = b(i)/a(i) - 1** se $a(i) > b(i)$;
- **s(i) = b(i) - a(i) / max[a(i), b(i)]**, $-1 = s(i) = 1$, para cada instante de tempo.

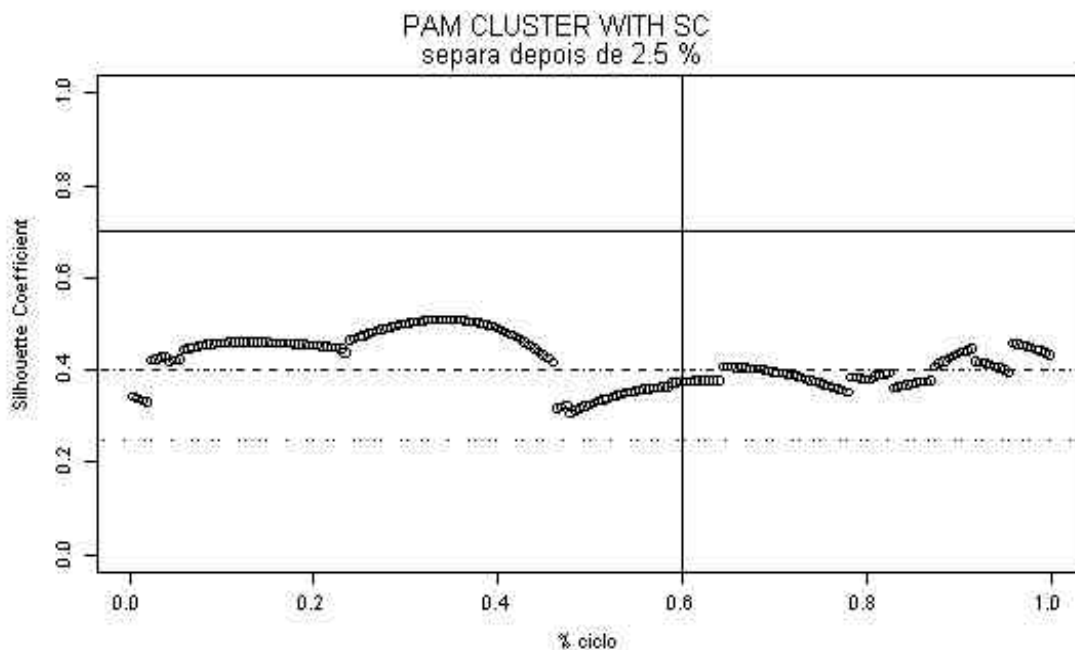


Figura 10 – Comportamento do Coeficiente de silhueta em função do ciclo de movimento na comparação entre os dois grupos do segmento coxa.

Pode-se observar na Figura 10 o comportamento do valor do Coeficiente de silhueta em função do ciclo de movimento.

O ciclo do chute deste estudado tem duração aproximada de apenas 300 milissegundos, por isto, os chutes foram divididos em fases (fase de apoio e fase de contato) para uma análise minuciosa e uma possível facilitação em sua intervenção prática. A fase de apoio representa aproximadamente 60% do ciclo de movimento, enquanto a fase de contato representa a porcentagem restante. Na Figura 10 observa-se a divisão de fases através da linha vertical sobre 0.6 da porcentagem do ciclo. Os chutes não possuem diferenças em seu padrão durante todo o movimento, portanto, a idéia da divisão do chute em duas fases possibilita uma maior compreensão do evento ocorrido em suas fases.

Para saber se existiram diferenças estatisticamente comprovadas foi necessário agrupar os valores do Coeficiente de silhueta, e para isto utilizou-se o Boxplot (no qual estão presentes informações sobre a distribuição dos dados experimentais) do coeficiente de silhueta para as fases de apoio e contato.

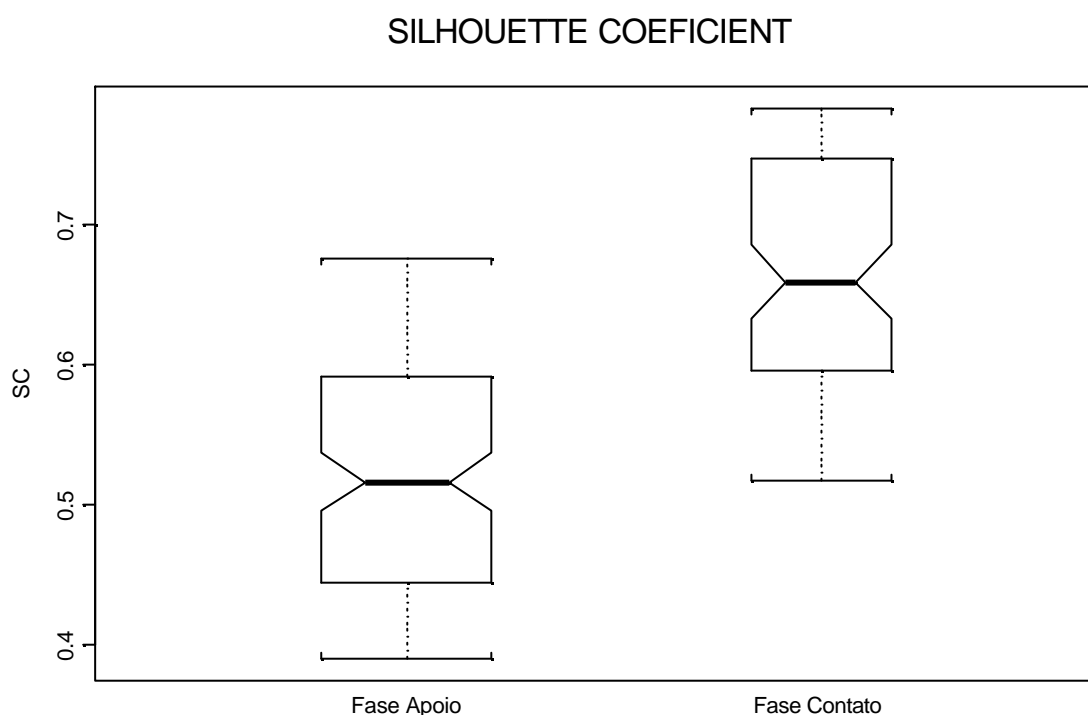


Figura 11 - Boxplot do Coeficiente de silhueta para fase de Apoio e fase de Contato.

Para verificar se ocorreu separação entre as curvas foi necessário observar o valor da mediana do coeficiente de silhueta, ou seja, a diferença nos padrões de movimento dos dois grupos foi considerada quando as medianas dos boxplots do SC estiverem com um valor de **SC > 0.4**. No caso específico da figura 11, tem-se que na fase de apoio o valor de **SC** foi maior que 0.5 e na fase de contato foi maior que 0.6, ou seja, ocorreu separação entre as curvas.

Para se determinar se existe diferença entre as duas fases do chute deve-se comparar os intervalos de confiança dos boxplots dos valores do Coeficiente de silhueta da fase de apoio e fase de contato. Se os intervalos de confiança entre as fases não estiverem sobrepostos, significa que existe diferença significativa também entre as fases do movimento. No caso da figura 11 pode-se observar também que existiu diferença significativa entre as fases.

6- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor compreensão dos resultados este tópico apresenta-se dividido da seguinte maneira:

6.1-Comparação do segmento coxa entre os grupos G1 e G2.

6.2-Comparação do segmento perna entre os grupos G1 e G2.

6.3-Comparação do segmento pé entre os grupos G1 e G2.

6.4-Precisão dos chutes.

6.5-Curvas médias dos chutes no alvo e o padrão em cada grupo para o segmento coxa.

6.6-Curvas médias dos chutes no alvo e o padrão em cada grupo para o segmento perna.

6.7-Curvas médias dos chutes no alvo e o padrão em cada grupo para o segmento pé.

6.1- Comparação do segmento Coxa dos grupos G1 e G2

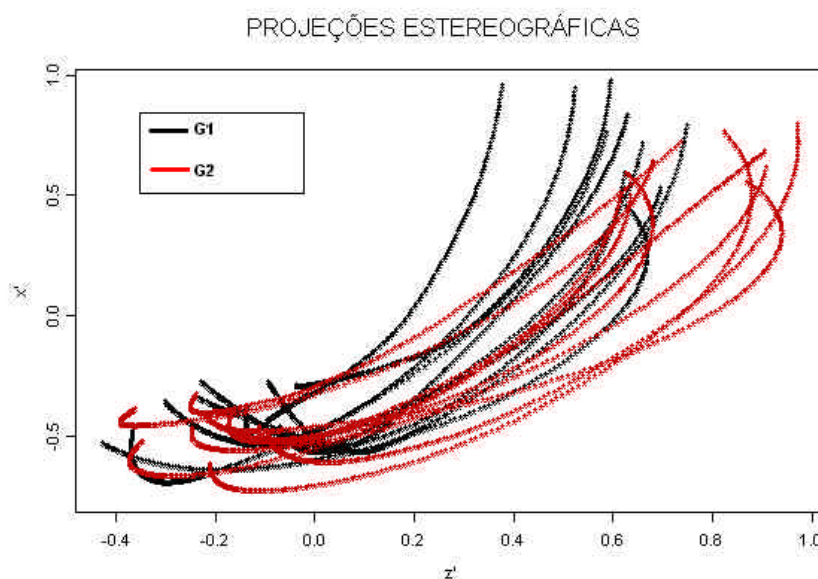


Figura 12 a - Projeções estereográficas da coxa dos grupos G1 e G2 (cada curva representa um participante).

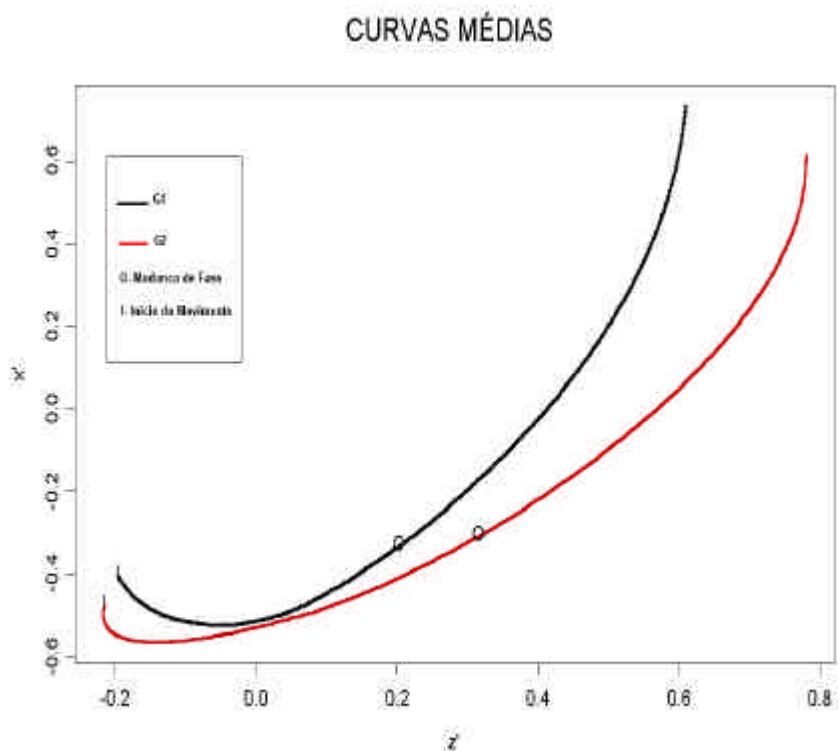


Figura 12 b – Curvas médias do segmento coxa dos grupos G1 e G2 (cada curva representa um grupo).

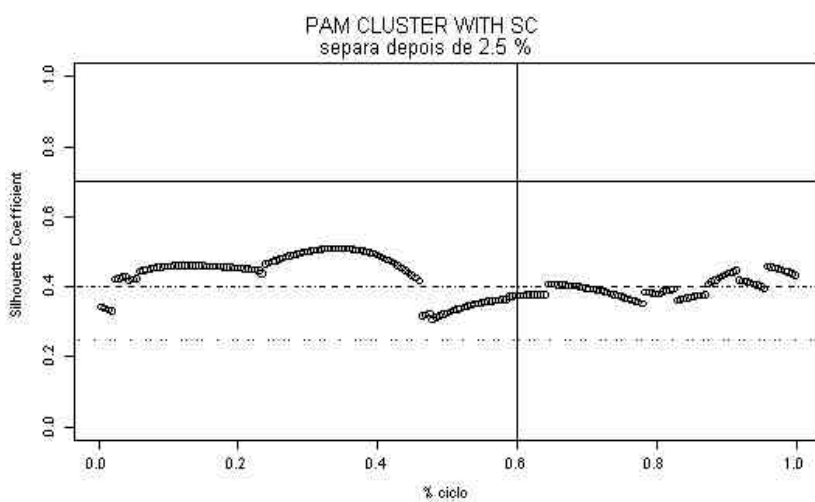


Figura 13 a – Comportamento do valor do Coeficiente de silhueta do segmento coxa ao longo do ciclo de movimento.

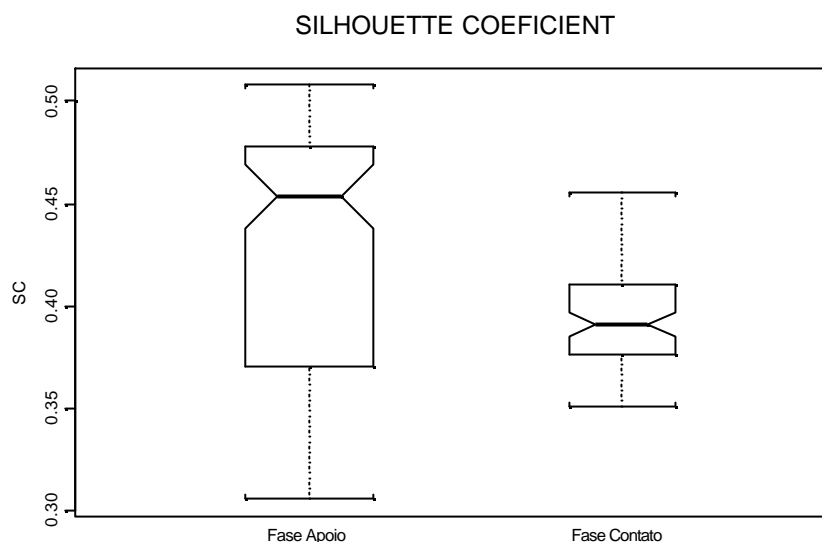


Figura 13 b – Boxplot do coeficiente de silhueta do segmento coxa.

Pode-se observar na Figura 12 a as curvas médias das projeções estereográficas do segmento coxa (10 curvas por grupo, onde cada uma representa um participante). Nota-se uma pequena diferença entre as curvas. No entanto, é extremamente difícil, através apenas desta análise visual, identificar dois grupos distintos. Existe neste gráfico uma grande variabilidade entre as curvas, no entanto, esta variabilidade não foi analisada neste estudo. Através das curvas deste gráfico foram obtidos os valores do coeficiente de silhueta.

Já na figura 12 b pode-se observar as curvas médias das projeções estereográficas por grupo, ou seja, cada curva representa um grupo. Estas curvas caracterizam o padrão do segmento coxa e apresentaram o

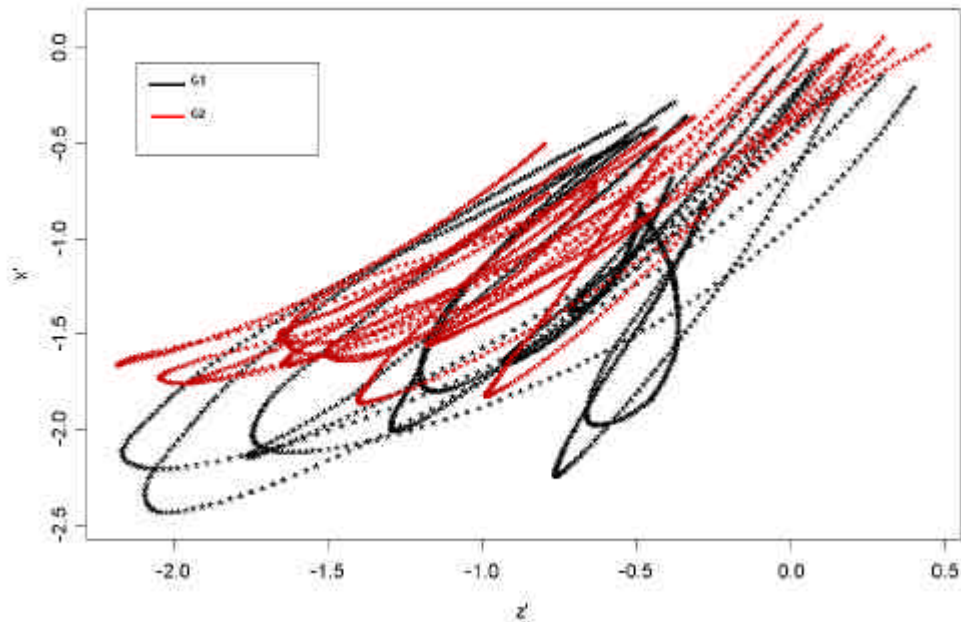
comportamento esperado, de acordo com o encontrado por Magalhães Jr.(2003) em participantes adultos descansados e praticantes de futebol. Notou-se pequenas diferenças entre os grupos.

Na figura **13 a** têm-se o comportamento do valor do coeficiente de silhueta ao longo do ciclo de movimento. Pode-se observar que durante a fase de apoio estes valores foram maiores que 0.4 durante grande parte desta fase, no entanto, a mesma coisa não ocorreu na fase de contato. Para verificar as diferenças estatísticas deve-se observar a figura **13 b** que mostra o agrupamento dos valores do coeficiente de silhueta através do Boxplot.

Na figura **13 b**, o boxplot do coeficiente de silhueta mostrou que ocorreu separação das curvas na fase de apoio onde $SC > 0,4$. Na fase de contato não existiu separação, ou seja, o $SC < 0,4$. Em relação às fases, ocorreram diferenças significativas já que os intervalos de confiança não se apresentaram sobrepostos.

Observa-se que as curvas médias apresentam padrões pouco diferenciados e o índice do **SC** é muito baixo (aproximadamente 0,45). Isto mostra uma pequena separação, por isto há dificuldades em determinar grandes separações neste caso. Segundo Reilly (1996), desde aproximadamente 12 meses de diferença na idade, pode ocorrer uma grande diferença na capacidade de performance esportiva na puberdade. No entanto, neste estudo, diferenças no padrão do segmento coxa não foram encontradas.

Os padrões da coxa encontrados no grupo G1 (15 anos) e G2 (17 anos) se assemelham com o padrão de adultos praticantes de futebol,



encontrados em estudo de Magalhães Jr.(2003), o qual comparou indivíduos não praticantes descansados com praticantes descansados.

6.2 – Comparação do segmento perna dos grupos G1 e G2.

Figura 14 a - Projeções estereográficas da perna dos grupos G1 e G2

(cada curva representa um participante).

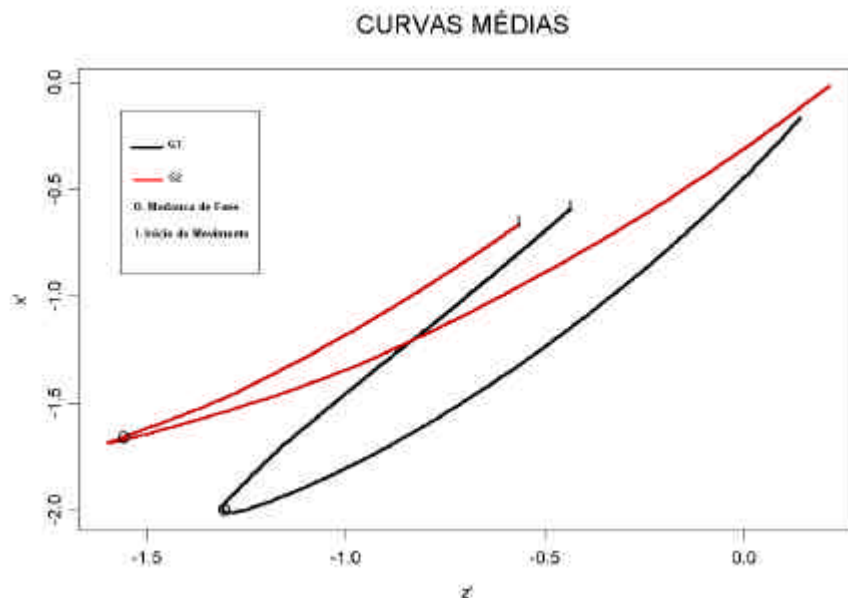


Figura 14 b – Curvas médias do segmento perna dos grupos G1 e G2

(cada curva representa um grupo).

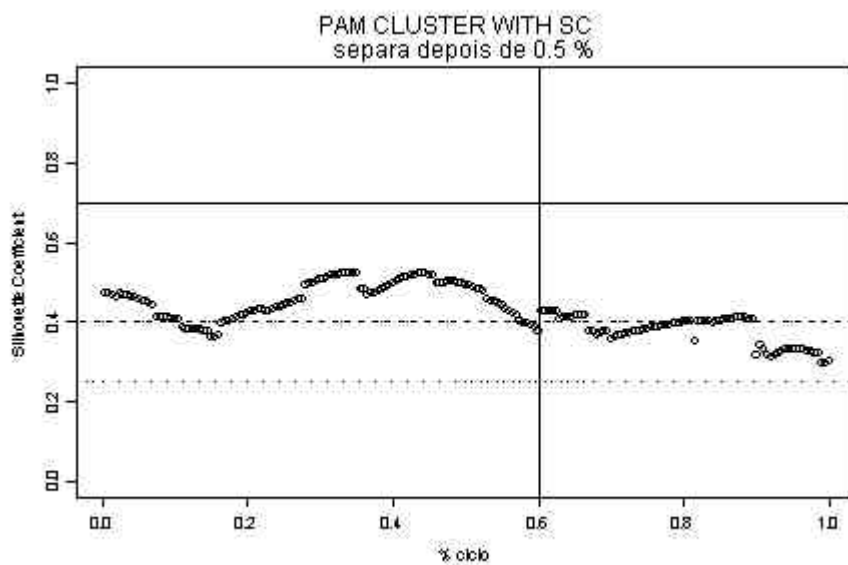


Figura 15 a – Comportamento do valor do Coeficiente de silhueta do segmento perna ao longo do ciclo de movimento.

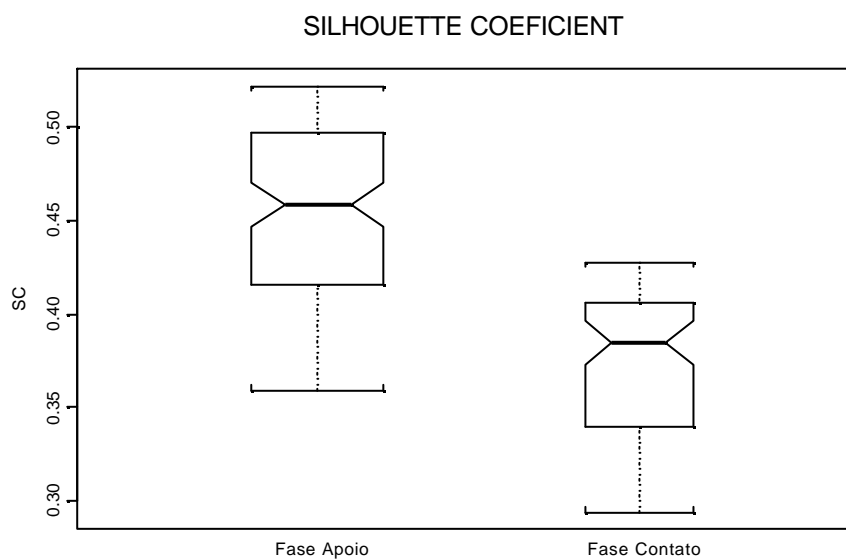


Figura 15 b – Boxplot do coeficiente de silhueta do segmento perna.

Pode-se observar na Figura **14 a** as curvas médias das projeções estereográficas do segmento perna. Nota-se uma pequena diferença visual entre as curvas, no entanto, é muito difícil através apenas desta análise identificar dois grupos distintos. Como no segmento coxa, as curvas do segmento perna apresentam também uma grande variabilidade.

Já na figura **14 b**, pode-se observar as curvas médias das projeções estereográficas do segmento perna por grupo, ou seja, cada curva representa um grupo. Estas curvas caracterizam o padrão deste segmento e apresentaram o comportamento esperado, de acordo com o encontrado por Magalhães Jr.(2003) em participantes adultos descansados e praticantes de futebol. Notou-se também neste segmento pequenas diferenças entre os grupos.

Na figura **15 a** observa-se o comportamento do valor do coeficiente de silhueta ao longo do ciclo de movimento. Como no segmento coxa, pode-se observar que durante a fase de apoio estes valores foram maiores que 0.4 durante grande parte desta fase, não ocorrendo a mesma coisa durante a fase de contato. Para verificar as diferenças estatísticas deve-se observar a figura **15 b** que mostra o agrupamento dos valores do coeficiente de silhueta através do Boxplot.

Na figura **15 b**, o boxplot do coeficiente de silhueta mostrou que ocorreu separação das curvas na fase de apoio onde $SC > 0,4$. Na fase de contato não existiu separação, ou seja, o $SC < 0,4$. Em relação às fases, ocorreram diferenças significativas já que os intervalos de confiança não se apresentaram sobrepostos.

Com isto, observou-se que as curvas médias apresentam padrões pouco diferenciados e o índice do **SC** é baixo, o que mostra uma pequena separação, por isto há dificuldades em determinar grandes separações no segmento perna também.

Os padrões do segmento perna encontrados no grupo G2 (17 anos) se assemelham com os indivíduos praticantes descansados, encontrados por Magalhães Jr.(2003), quando este comparou indivíduos não praticantes descansados com praticantes descansados respectivamente. Isto mostra que apesar das pequenas diferenças entre os grupos, o G2 se aproxima de sujeitos adultos.

6.3 – Comparação do segmento pé dos grupos G1 e G2.

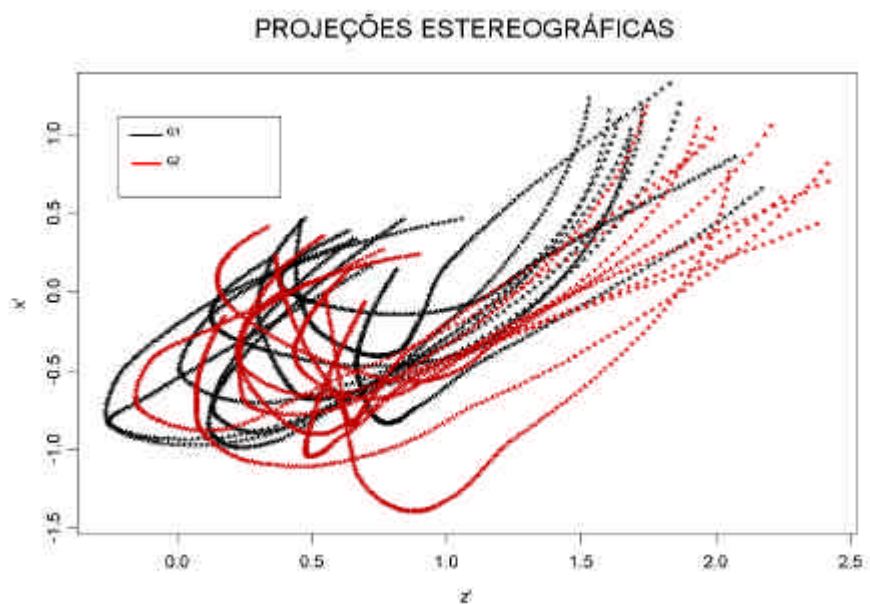


Figura 16 a - Projeções estereográficas do pé dos grupos G1 e G2 (cada curva representa um participante).

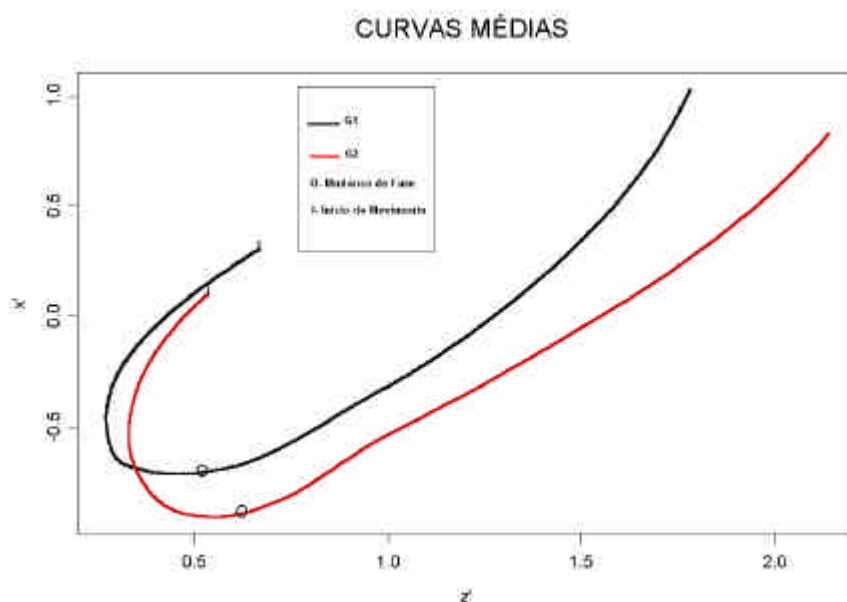


Figura 16 b – Curvas médias do segmento perna dos grupos G1 e G2 (cada curva representa um grupo).

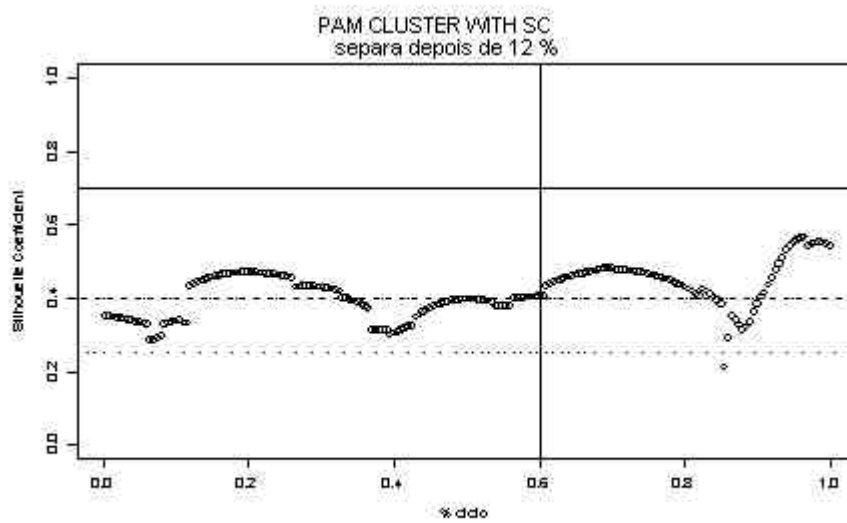


Figura 17 a – Comportamento do valor do Coeficiente de silhueta do segmento pé ao longo do ciclo de movimento.

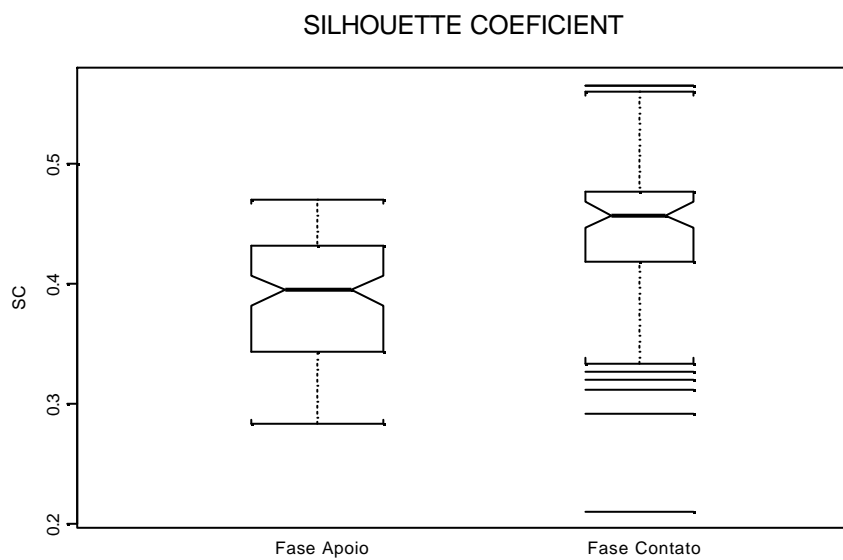


Figura 17 b – Boxplot do coeficiente de silhueta do segmento pé.

Pode-se observar na Figura **16 a** as curvas médias das projeções estereográficas do segmento pé. Como nos segmentos anteriores, notou-se diferenças visuais entre as curvas, no entanto, é muito difícil através apenas desta análise identificar dois grupos distintos. Como nos segmentos coxa e perna, as curvas do segmento pé apresentaram também grande variabilidade

Já na figura **16 b**, pode-se observar as curvas médias das projeções estereográficas do segmento pé por grupo, ou seja, cada curva representa um grupo. Estas curvas caracterizam o padrão deste segmento e apresentaram o comportamento esperado, de acordo com o encontrado por Magalhães Jr.(2003) neste mesmo segmento, em participantes adultos descansados e praticantes de futebol. Notou-se também neste segmento pequenas diferenças entre os grupos.

Na figura **17 a** observa-se o comportamento do valor do coeficiente de silhueta ao longo do ciclo de movimento. Diferente dos segmentos coxa e perna, pode-se observar que durante a fase de contato estes valores foram maiores que 0.4 durante grande parte desta fase, não ocorrendo a mesma coisa durante a fase de apoio. Para verificar as diferenças estatísticas deve-se observar a figura **17 b** que mostra o agrupamento dos valores do coeficiente de silhueta através do Boxplot.

Na figura **17 b**, o boxplot do coeficiente de silhueta mostrou que ocorreu separação das curvas na fase de contato onde $SC > 0,4$. Na fase de apoio não existiu separação, ou seja, o $SC < 0,4$. Em relação às fases, ocorreram diferenças significativas já que os intervalos de confiança não se apresentaram sobrepostos. As maiores diferenças foram encontradas na finalização do

movimento, ou seja, no posicionamento do pé de chute ao bater na bola. Esta é uma importante informação ao profissional que trabalha com as categorias de base do futebol para uma possível intervenção na prática.

Os padrões do segmento pé encontrados no grupo G2 (17 anos) se assemelham com o padrão dos indivíduos praticantes descansados, encontrados por Magalhães Jr.(2003), quando este comparou indivíduos não praticantes descansados com praticantes descansados respectivamente. Isto mostra que apesar das pequenas diferenças entre os grupos, o G2 se aproxima de sujeitos adultos.

Apesar disto, o segmento pé foi o que apresentou os maiores valores do coeficiente de silhueta, ou seja, as maiores diferenças. Isto pode ter ocorrido devido ao encadeamento dos segmentos inferiores na execução do chute, com as diferenças aumentando do segmento coxa para segmento o pé.

Outros trabalhos comparando idades distintas também mostraram pequenas diferenças. Por exemplo, Santiago (2002) comparou participantes de 13 e 20 anos realizando chutes com a parte medial do pé e encontrou padrões de movimento semelhantes. Teixeira et al.(2003) utilizando a mesma faixa etária do trabalho acima encontrou padrão semelhante na curva de latitude em função do tempo, do plano formado pelos segmentos coxa e perna. Já Lara jr (2003) utilizando participantes da mesma faixa-etária do presente estudo (15 e 17 anos) verificou pequena variação na posição angular do pé de apoio. Sendo assim pode-se afirmar que, apesar de outras variáveis estudadas nestes trabalhos, as diferenças encontradas entre estas idades são pequenas, confirmando o que afirmou Luhtanen (apud Barfield,1998) sobre a relação entre

a idade e a habilidade de executar um chute. Este autor afirmou que entre 9 e 18 anos, o padrão cronológico não parece diferir significativamente.

6.4- Precisão dos chutes

<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> G1- 10% G2- 11,3% </div>	1m	G1- 10% G2- 14,6%	GOL
1m		G1- 8% G2- 6%	G1- 4% G2- 0%

Figura 18 – Porcentagem nos acertos dos chutes dentro do gol.

Pode-se observar através dos quadros de precisão (Figura 18) dos chutes que a porcentagem de acertos no alvo foi praticamente igual nos dois grupos (G1=10% e G2=11,3%). No entanto o grupo G1 teve uma porcentagem de erros (51,4%) em relação ao gol menor que o grupo G2 (59,8%). Na trave G1 acertou 7,3% e G2 6%. Na barreira G1 teve 7,3% e G2 1,6%. A precisão encontrada em ambos os grupos foi baixa e bastante semelhante, o que pode indicar que a tarefa realizada no estudo é pouco trabalhada nos treinamentos destes dois grupos. Na literatura não se encontram trabalhos que trazem a precisão de chutes em cobranças de faltas. No entanto, Ximenes (2002) verificou que os chutes realizados com a parte medial do pé em cobranças de pênaltis possuem maior poder de precisão do que chutes realizados com a parte dorsal do pé. Já Lees e Nolan (1999) verificaram também em cobranças de pênaltis que quanto menor a velocidade do chute maior a precisão. No presente estudo não foi verificada a velocidade da bola.

6.5- Curvas médias dos Chutes no alvo e o padrão em cada grupo para o segmento coxa.

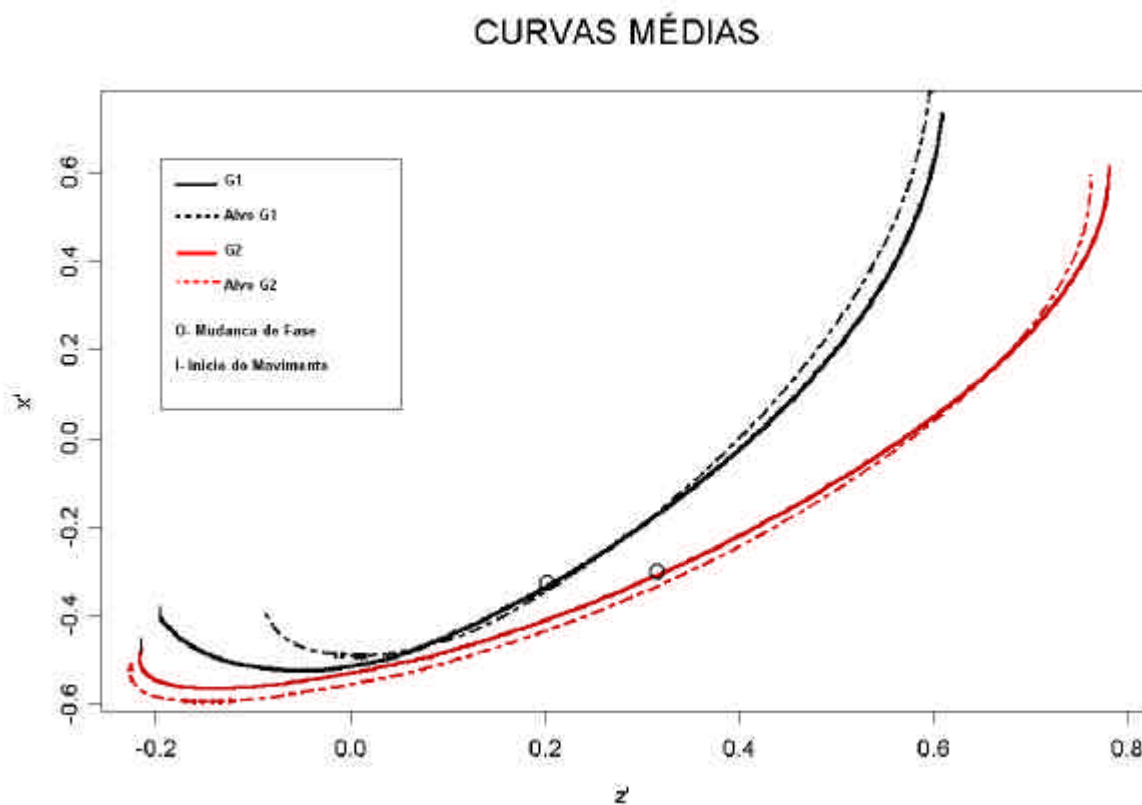


Figura 19 – Curvas médias por grupo do segmento coxa (linha contínua) e curvas médias por grupo dos chutes que acertaram o alvo (linha tracejada).

Pode-se observar na figura acima que as curvas médias dos chutes que acertaram o alvo são semelhantes com as curvas médias de seu grupo, em ambos os grupos. As pequenas diferenças encontradas são possivelmente devido a variabilidade existentes nas curvas do segmento coxa, no entanto esta variabilidade não foi verificada neste estudo.

6.5- Curvas médias dos Chutes no alvo e o padrão em cada grupo para o segmento perna.

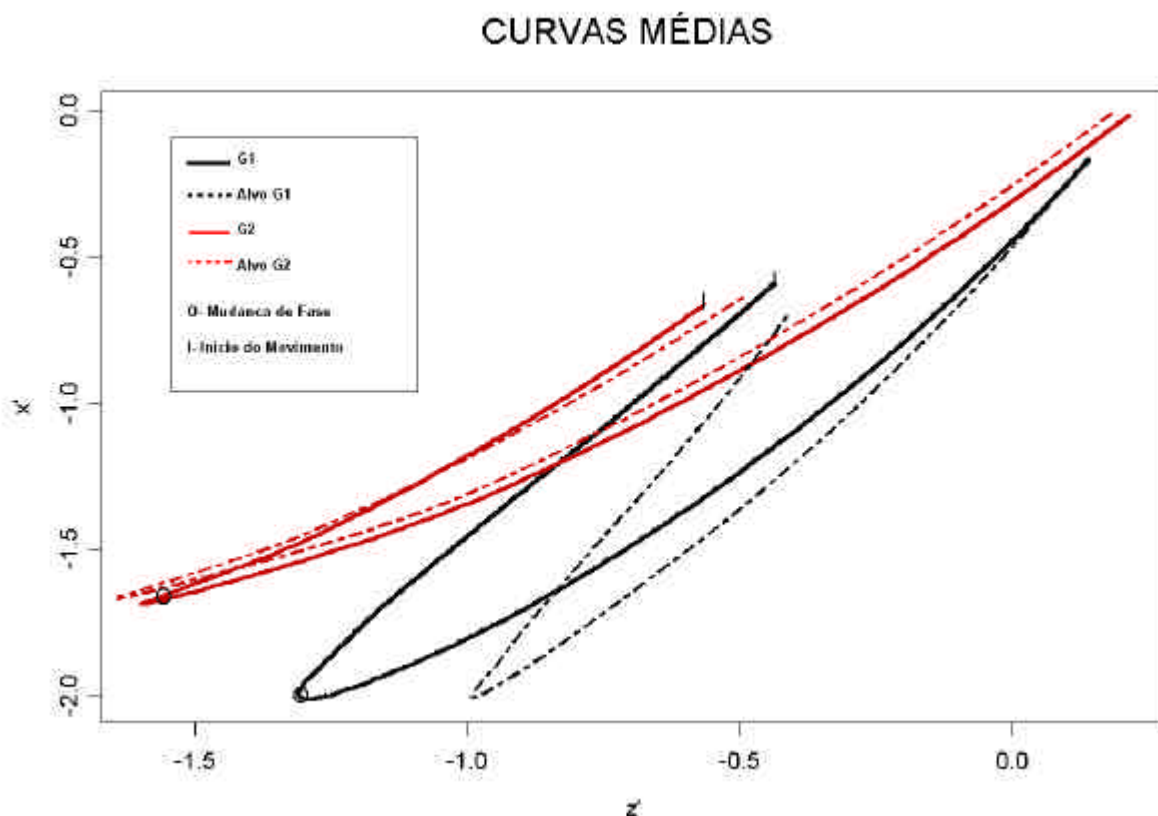


Figura 20 – Curvas médias por grupo do segmento perna (linha contínua) e curvas médias por grupo dos chutes que acertaram o alvo (linha tracejada).

Pode-se observar na figura acima que as curvas médias dos chutes que acertaram o alvo são semelhantes com as curvas médias de seu grupo, em ambos os grupos. As pequenas diferenças encontradas são possivelmente devido à variabilidade existentes nas curvas do segmento perna. Esta variabilidade, também observada no segmento coxa, possivelmente causa as pequenas diferenças visuais detectadas (distância da curva de linha contínua para a tracejada) no G1 e que neste caso, são maiores do que em G2. Sendo

assim pode-se especular que a variabilidade dos chutes no G1 é maior que no G2.

6.5- Curvas médias dos Chutes no alvo e o padrão em cada grupo para o segmento pé.

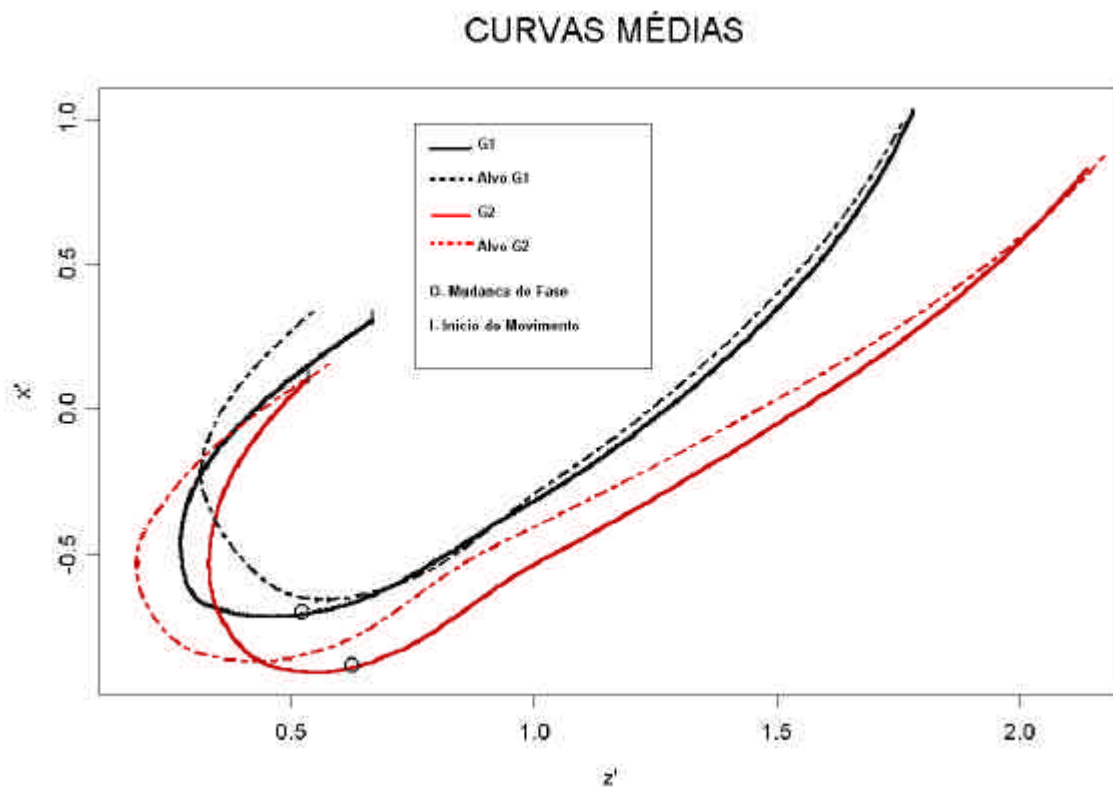


Figura 21 – Curvas médias por grupo do segmento pé (linha contínua) e curvas médias por grupo dos chutes que acertaram o alvo (linha tracejada).

Pode-se observar na figura acima que as curvas médias dos chutes que acertaram o alvo são semelhantes com as curvas médias de seu grupo, em ambos os grupos. As pequenas diferenças encontradas são possivelmente devido à variabilidade existentes nas curvas do segmento pé.

Sendo assim, através desta análise visual pode-se afirmar que não existe diferença entre os chutes que acertaram o alvo e o padrão de chute do grupo.

7- CONCLUSÃO

Observaram-se pequenas separações entre os grupos. No segmento coxa e no segmento perna, a separação ocorreu somente na fase de apoio. Já no segmento pé a separação aconteceu apenas na fase de contato. Em todos os segmentos ocorreram diferenças significativas entre as fases. As maiores diferenças foram encontradas no segmento pé, possivelmente devido ao encadeamento dos segmentos (coxa, perna e pé) para a execução do movimento. Estas informações tornam-se importantes na observação e intervenção prática por parte dos profissionais do futebol, que podem focalizar, por exemplo, as diferenças encontradas no segmento pé na fase de contato, enfatizando a colocação do pé de chute na finalização do movimento.

Em relação à precisão dos chutes, encontrou-se uma porcentagem muito próxima entre os grupos. Os padrões cinemáticos destes chutes foram bastante semelhantes visualmente, quando comparados com o padrão do próprio grupo. Não foram encontradas relações entre as diferenças dos chutes que acertaram o alvo dos chutes que não acertaram.

Sendo assim, pode-se afirmar, através proximidade encontrada nos resultados entre estes grupos, que o treinamento em relação ao chute pode ser o mesmo entre as categorias estudadas

Este estudo visou responder uma parte acerca do chute no futebol. Por isto trabalhos envolvendo outras categorias, analisando também o pé de apoio, os membros superiores e a variabilidade destes chutes são de extrema importância para auxiliar os profissionais de futebol para o aperfeiçoamento e treinamento na técnica do chute.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object-space coordinates. Proc. ASP/UI Symp. on **Close-Range Photogrammetry**. Urbana, Illinois, 1971

AMADIO, A. C. **Fundamentos Biomecânicos para Análise do Movimento Humano**. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/EEUSP, 1996.

BARBANTI, V.J. **Dicionário de educação física e do esporte**. São Paulo: Manole, 1994.

BARFIELD, W. R. The biomechanics of kicking in soccer. In: **Clinics in Sport Medicine**, Charleston, v. 17, n. 4, 1998.

BARROS, R. M. L.; BREZIOKOFER, R.; LEITE, N, J.; FIGUEROA, P. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**. RJ. V.15, n.1/2, 1999, p.79-86.

BROWN, E. W.; WILSON, D. J.; MASON, B. R.; BAKER, J. Three dimensional kinematics of the direct free kick in soccer when opposed by a defensive wall. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMECHANICS IN SPORTS, 1993. **Proceedings...**Amhest, MA, USA, 1993,p. 335-338.

CUNHA, S.A.; BARROS, R.; LIMA FILHO, E. C.; BREZIKOFER, R. Methodology for graphical analysis of soccer kick using spherical coordinates of the lower limb. In: Spinks W (Ed). **Science and Football IV**. London: Routledge. p.8 – 15, 2002.

CUNHA, S.A.; XIMENES, J. M.; MAGALHÃES Jr, W. J.; LIMA FILHO , E. C. Metodologia para a determinação de padrões de chutes no futebol a partir de projeções estereográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, n.9,2001 Gramado. **Anais...** V.II, Gramado-RS, p.59-63, 2001.

CUNHA, S. A. **Metodologia para a suavização de dados biomecânicos por função não paramétrica ponderada local robusta**. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação Física – UNICAMP- Campinas, 1998

DAVIDS, K.; LEES A.; BURWITZ L. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: Implications for talent identification and skill acquisition. **Journal of Sports Sciences**, v.18, p.703-714, 2000.

ELLIOTT, B.C.; BLOOMFIELD, J.; DAVIES, C.M. Development of the Punt Kick: A Cinematographic Analysis. **Journal of Human Movement Studies**, v. 6, p. 142-150, 1980.

FRISSELLI, A.; MONTOVANI, M. **Futebol: teoria e prática**. São Paulo: Phorte, 1999.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. São Paulo: Phorte, 2001. 641 p.

HAY, J.G. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2.ed., Rio de Janeiro: Interamericana, p. 02-94. 1981

ISOKAWA, M.; LEES, A. A Biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. In: REILLY, T. et al. (Ed.). **Science and Football**. London: E & FN Spon, p. 449-55, 1988.

KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. **Finding groups in data: an introduction to cluster analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1990.

LARA Jr, A.A. **Cinemática do chute com a bola parada no futebol**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências do movimento humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis -SC.

LEAL, J. C. **Futebol: arte e ofício**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

LEES, A.; NOLAN, L. The biomechanics of soccer: a review. **Journal of Sports Sciences**, v. 16, n. 4, p.211-34, 1998.

LEES, A.; NOLAN, L. Three dimensional kinematic analyses of the instep kick under speed and accuracy conditions. **Congress of Sciences Football**. Sydney / Australia, 22-26 feb., 1999.

LEITE, H.S.F., **Crescimento somático e padrões fundamentais de movimento: um estudo em escolares de João Pessoa**. Projeto apresentado ao instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade (Área de Biodinâmica da Motricidade Humana). 2001.

LEVANON, J.; DAPENA, J. Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n.6, p. 917-27, 1998.

MAGALHÃES Jr, W. J. **Padrão cinemático do chute no futebol: comparação entre indivíduos praticantes e não praticantes, nas situações de descanso e exaustão**. 2003. Dissertação (Mestrado em Motricidade Humana) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MCLEAN, B.D.; TUMILTY D. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. **British Journal of Sports Medicine**, v.27, p. 260-2, 1993.

NUNOME, H.; IKEGAMI, Y.; ASAI, T ; SATO, Y. Three-dimensional kinetics of in-side and instep soccer kicks. In: Spinks W (Ed). **Science and Football IV**. London: Routledge. p.26 – 31, 2002.

OPAVSKY, P. An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two types of soccer kick. In: REILLY, T. et al. (Ed.). **Science and Football**. London: E&FN Spon, p. 460-7, 1988.

PLAGENHOEF, S. **Patterns of human motion, cinematographic analysis**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1971.

REILLY, T. **Science and Soccer**. London: E&FN Spon, 1996.

RODANO, R.; TAVANA, R. Three dimensional analysis of the instep kick in professional soccer players. In: **Science and Football II** (ed. T. Reilly, J. Clarys and A. Stribbe) London: E&FN Spon, p.357-361, 1993.

SANTOS, E. **Caderno técnico-didático: Futebol**. Brasília, SEED/DDD, 1979.

SANTIAGO, P.P.R. **Comparação dos padrões cinemáticos de chutes realizados por sujeitos de 13 e 20 anos de idade**. Rio Claro, 2002. 37 p. (Monografia apresentada ao Instituto de Biociências-UNESP, para obtenção do Título de Bacharel em Educação Física).

TEIXEIRA , F. G.; MAGALHÃES Jr, W. J.; WISIAK, M.; CUNHA, S. A., Análise do chute no futebol em duas idades distintas através das coordenadas esféricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, n.10, 2003 Ouro Preto. **Anais...** V.I, Ouro Preto- MG, p.160-3, 2003.

TEIXEIRA, L. A. Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. **Journal of Sports Medicine**, v. 88, p. 785-9, 1999.

VALETA, L. N. **Análise biomecânica da posição do pé de apoio do chute no futebol**. Rio Claro, 1998. 38 p. (Monografia apresentada ao Instituto de Biociências-UNESP, para obtenção do Título de Bacharel em Educação Física).

WEINECK, J. **Treinamento Ideal – instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil**. 9ª ed. Editora Manole, São Paulo, 1999.

WICKSTROM, R. C. **Fundamental Motor Patterns**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1977.

XIMENES, J. M. **Análise cinemática de dois tipos de chute no futebol**. 2002. 58 f. Dissertação (Mestrado em Motricidade Humana) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

9- ABSTRACT

Soccer is the most popular sport in the world and there are millions of players in all age. This work had as objective to describe and to compare the cinematic patterns of the kick accomplished with the medial part of the foot in players of 15 and 17 years old. Twenty participants accomplished three series of five kicks with the ball, where this should pass for on a barrier positioned at 9.15 meters of the ball, simulating a fault kick of a distance of twenty meters to the goal. Three digital cameras were used: two were positioned to the participants' movement and focalize the passive markers placed in the inferior member, and the other focalize the goal to verify the precision of the kick. The passive markers measuring 2.5cm of diameter were placed in the articulations, defining the segments thigh, leg and foot. The images were captured, stored and measures in the computer. After this the data were smoothed to obtain the cinematic pattern of the kick. The results showed that it happened separations in the support phase in the segment thigh and leg, the segment foot already presented only small differences in the contact phase. In all of the segments it happened significant differences among the phases. About the precision of the success percentage of the kicks it was similar in the two groups (G1=10% and G2=11,3%). So it was concluded that, in spite small differences exist, the pattern was similar in both groups.

ANEXOS

ANEXO 1 TERMO DE CONSENTIMENTO

A assinatura do responsável neste formulário indica a ciência e o acordo dos itens relacionados abaixo:

- 1 – Seu filho fará parte de um estudo experimental relacionado ao estudo do movimento humano, o qual será conduzido por Fabiano Gomes Teixeira, aluno do programa de Mestrado UNESP-RC, sob a orientação do Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha, docente do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista – Rio Claro-SP.
- 2 – O experimento exigirá aproximadamente 2 horas em uma sessão única de experimentação.

3- Sua participação neste estudo será voluntária e não remunerada.

4 – Você terá plena liberdade de retirar-se do experimento a qualquer momento que desejar.

5 – Sua tarefa nesta pesquisa consistirá na realização de uma série de quinze chutes (com a parte medial do pé), utilizando chuteira, calça e meião.

6 – Não será adotado qualquer procedimento que cause dano físico ou emocional a você ou a outras pessoas.

7 – Os dados resultantes de seu desempenho serão usados para propósitos científicos e permanecerão anônimos, de forma que sua identidade não será revelada sem prévio consentimento.

8 – Eventuais dúvidas e reclamações sobre os procedimentos adotados nesta pesquisa podem ser encaminhados ao prof. Dr. Sergio Augusto Cunha, professor do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista – Rio Claro-SP.

Nome do participante: _____

Nome do responsável : _____

Endereço: _____

Tel. para contato: _____

Assinatura do responsável : _____

Responsável pelo estudo:

Fabiano Gomes Teixeira

LÁBIO - Laboratório de Análises Biomecânicas- Departamento de Educação Física- UNESP

Av. 24 A 1515, Bela Vista – Rio Claro, SP – CEP:13506-900

Anexo 2

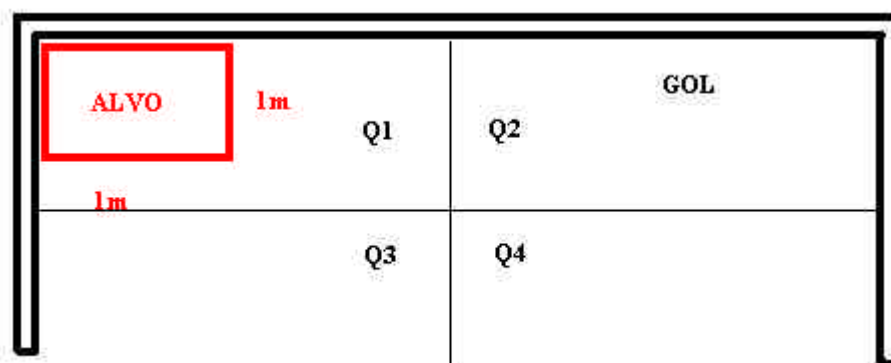
FICHA DE REGISTRO DOS PARTICIPANTES POR GRUPO

Nome	Data de Nascimento	Massa (Kg)	Estatura (m)	Anos de prática	Data coleta

A-					
B-					
C-					
D-					
E-					
F-					
G-					
H-					
I-					
J-					

ANEXO 3

CONTROLE DA PRECISÃO DOS CHUTES POR GRUPO



CHUTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															
E															
F															
G															
H															
I															
J															

ANEXO 4

Quadros da precisão dos chutes

participante	Alvo	Q1	Q2	Q3	Q4	For a	Barreira	trave
GIA	1	1	0	3	1	7	1	1
GIB	2	3	0	0	1	7	2	0
GIC	1	0	0	0	0	12	0	2
GID	2	1	0	3	2	7	0	1

G1E	0	0	0	3	0	10	0	2
G1F	3	3	0	0	0	8	0	1
G1G	1	3	0	2	0	3	6	0
G1H	2	2	1	0	0	10	0	0
G1I	2	1	1	1	0	9	0	1
G1J	1	1	1	0	3	4	2	3

participante	Alvo	Q1	Q2	Q3	Q4	For a	Barreira	trave
G2A	1	4	1	0	0	7	2	0
G2B	2	6	0	1	0	6	0	0
G2C	1	1	0	0	0	13	0	0
G2D	2	0	0	0	0	12	0	1
G2E	3	2	0	0	0	10	0	0
G2F	1	0	0	5	0	8	0	1
G2G	0	4	0	2	0	9	0	0
G2H	6	0	0	1	0	5	0	3
G2I	0	3	0	0	0	10	0	2
G2J	1	2	0	1	0	9	0	2