

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

LUIS FERNANDO GOULART

**AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DE JOELHO EM  
JOGADORES DE FUTEBOL CATEGORIA SUB-20**

Campinas  
2006

LUIS FERNANDO GOULART

**AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DE JOELHO EM  
JOGADORES DE FUTEBOL CATEGORIA SUB-20**

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Pós-Graduação da Faculdade de  
Educação Física da Universidade  
Estadual de Campinas para obtenção do  
título de Mestre em Educação Física.

**Orientador: Miguel de Arruda**

Campinas  
2006

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA  
BIBLIOTECA FEF - UNICAMP**

Goulart, Luis Fernando  
G729a Avaliação isocinética de joelho em jogadores de futebol  
categoria sub-20 / Luis Fernando Goulart. - Campinas, SP: [49],  
2006.

Orientador: Miguel de Arruda.  
Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física,  
Universidade Estadual de Campinas.

1. Avaliação. 2. Joelho - Músculos. 3. Futebol. 4. Jogadores de  
futebol. 5. Lesões corporais. 6. Treinamento desportivo. I. Arruda,  
Miguel. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de  
Educação Física. III. Título.

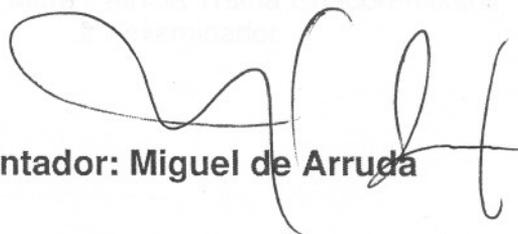
LUIS FERNANDO GOULART

COMISSÃO JULGADORA

**AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DE JOELHO EM  
JOGADORES DE FUTEBOL CATEGORIA SUB-20**

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Luis Fernando Goulart e aprovada pela Comissão Julgadora em 22/02/2006.

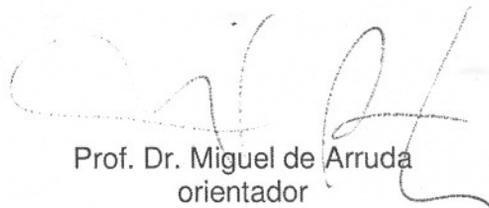
Orientador: Miguel de Arruda



200804385

Campinas  
2006

**COMISSAO JULGADORA**



Prof. Dr. Miguel de Arruda  
orientador



Prof. Dr. Laercio Venditte  
1º. examinador



Profa. Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil  
2º. examinador

*Aos meus pais, José Aparecido Pereira Goulart e Celso  
Badari Goulart, e aos meus avós João Pereira Goulart,  
Isolina Luiza Pereira Goulart Badari e Anelise Pereira da  
Silva Badari pela minha formação, educação e pelo amor  
condicional.*

# Dedicatória

*A DEUS pela minha vida, saúde, proteção e sabedoria.*

*Aos meus pais, Jose Aparecido Pereira Goulart e Célia Badari Goulart, e aos meus avos Júlio Pereira Goulart, Idalina Luiza Pereira Octávio Badari e Amélia Pereira da Silva Badari pela minha formação, educação e pelo amor incondicional.*

# **Agradecimentos**

---

---

*Inicialmente, gostaria de agradecer ao meu orientador professor Dr. Miguel de Arruda que acreditou no meu potencial acadêmico e me oportunizou desfrutar de seu conhecimento e de sua experiência.*

*Aos meus irmãos José Eduardo Goulart e João Henrique Goulart, a minha noiva Kermanya S. Valente Maia e a minha tia Juracy Badari, pelo apoio em todos os momentos da minha vida.*

*À professora Profa. Dra. Mara Patrícia e ao Prof. Dr. Laércio, os quais tenho grande admiração profissional, e que aceitaram fazer parte da comissão julgadora, contribuindo para a execução dessa dissertação.*

*Ao meu grande amigo Prof. Leandro Altimari, pela amizade cultivada ao longo dos últimos anos e pela colaboração para que esse trabalho fosse realizado.*

*Por fim, ao corpo docente e aos funcionários da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, pelo convívio e pelos auxílios prestados durante a realização do curso.*

GOULART, Luis Fernando. **Avaliação isocinética de joelho em jogadores de futebol categoria sub-20**. 2006. 49f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

## RESUMO

---

---

Esta pesquisa foi subdividida em dois estudos distintos: estudo 1 – teve como objetivo comparar os parâmetros de avaliação isocinética dos músculos flexores (F) e extensores (E) de joelho como: pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência máxima (PTM) e índice de fadiga (IF), bem como analisar as diferenças desses parâmetros isocinéticos entre os membros direito e esquerdo considerando as posições de jogo. Participaram deste estudo 78 atletas de futebol, que foram agrupados de acordo com a posição em campo de jogo (goleiros (GO), n=7; zagueiros (ZA), n=14; laterais (LA), n=16; volantes (VO), n=11; meio campo (MC), n=14; atacantes (AT), n=16). Estudo 2 – teve o propósito de analisar o comportamento da relação de equilíbrio muscular entre F e E de joelho considerando os parâmetros de PT durante o macrociclo de treinamento da temporada de 2001. Fizeram parte deste estudo 15 atletas de futebol que foram avaliados sistematicamente ao longo da temporada de 2001, em quatro momentos distintos, M1, M2, M3 e M4, ao final de cada período do mesociclo de treino. A avaliação isocinética concêntrica dos músculos F e E de joelho foi realizada em um dinamômetro isocinético da marca *Cybex*<sup>®</sup>, modelo *Norm*<sup>™</sup> 6000 (*CSMI, USA*), seguindo as orientações do manual de padronização, Sistema de Teste e Reabilitação. A análise dos dados foi realizada a partir de estatística não-paramétrica sendo os valores expressos em mediana e semi-amplitude interquartilica a partir do empregado do pacote estatístico *Statistica*<sup>™</sup> 6.0<sup>®</sup> (*STATSOFT INC., USA*). A significância estatística adotada foi de  $p < 0,05$ . Os resultados demonstram que as diferenças entre as posições de jogo para os parâmetros isocinéticos PT, TT, PTM e IF não foram determinantes para caracterização dos jogadores por posição, uma vez que os atletas investigados apresentaram homogeneidade em relação aos valores obtidos para os parâmetros isocinéticos. Quanto a comparação entre membros direito e esquerdo, os valores de PT, TT, PTM e IF dos músculos F e E do joelho nas diferentes posições de jogo foram semelhantes, o que parece ter ocorrido como consequência da compensação induzida pelo treinamento. Por fim, a relação de equilíbrio muscular (REF) entre F e E demonstrou ser sensível as modificações oriundas do treinamento, uma vez que os valores de PT da RFE do joelho direito e esquerdo durante a temporada de 2001 aumentou significativamente (~7 % e ~6 % respectivamente) entre o M1 e o M2, aumento este que se manteve até o M3 (~7% e ~6 %, respectivamente), embora tenha sido constatado uma queda na RFE do joelho direito e esquerdo após o M3 do estudo. Esses achados sugerem que o trabalho de força conduzido ao longo da temporada de 2001 não foi suficiente para manter os níveis de força elevados durante a fase competitiva, o que indica a necessidade de manutenção dos trabalhos de força mesmo na fase competitiva.

**Palavras-Chaves:** avaliação isocinética; futebol; treinamento esportivo; categoria sub-20.

GOULART, Luis Fernando. **Isokinetic evaluation of knee in soccer players category sub-20**. 2006. 49f. Teses (Master in Physical Education) – Faculty of Physical Education. State University of Campinas, Campinas, 2006.

## **ABSTRACT**

---

---

This research was subdivided in two distinct studies: study 1 - it had as objective to compare the isokinetic parameters of evaluation of the muscle flexor (F) and extensor (E) of knee as: peak of torque (PT), total work (TW), maximum power (MP) and index of fatigue (IF), as well as analyzing the differences of these isokinetic parameters between the members right and left considering the game positions. 78 athletes of soccer had participated of this study, who had been grouped in accordance with the position in game field (goal-keepers (GO), n=7; full backs (FB), n=14; sideways (SW), n=16; midbacks (MB), n=11; midfields (MF), n=14; forwards (FO), n=16). Study 2 - the intention had to analyze the behavior of the relation of muscular balance between F and E of knee considering the PT parameters during the macrocycle of training of the season of 2001. 15 athletes of soccer who had been evaluated to the long of the season of 2001, at four distinct moments had been part of this study, M1, M2, M3 and M4, to the end of each period of mesocycle of trainings. The concentric isokinetic evaluation of muscles F and E of knee was carried through in a isokinetic dynamometer of the Cybex<sup>®</sup> mark, model Norm<sup>™</sup> 6000, following the orientation of the standardization manual, System of Test and Rehabilitation. The analysis of the data was carried through from not-parametric statistics being the express values in medium and interquartylic half-amplitude from the employee of the statistical package Statistica<sup>™</sup> 6.0<sup>®</sup>. The significance adopted statistics was of  $p < 0.05$ . The results demonstrate that the differences between the positions of game for isokinetic parameters PT, TW, MP and IF had not been determinative for characterization of the players for position, a time that the investigated athletes had presented homogeneity in relation to the values gotten for the isokinetic parameters. How much the comparison between members right and left, the values of PT, TW, MP and IF of muscles F and E the knee in the different positions of game had been similar, what it seems to have occurred as consequence of the induced compensation for the training. Finally, the relation of muscular balance (RMB) between F and E demonstrated to be sensible the deriving modifications of the training, considering that the values of PT of the RMB of the right and left knees during the season of 2001 significantly increased (~7 % and ~6 % respectively) between the M1 and the M2, increase this that if kept until the M3 (~7% and ~6 %, respectively), even so have been evidenced a fall in the RMB of the right and left knees after the M3 of the study. These findings suggest that the work of force lead to the long of the season of 2001 was not enough to keep the raised levels of force during the competitive phase, what it indicates the necessity of maintenance of the works of same force in the competitive phase.

**Keywords:** isokinetic evaluation; soccer; sport training; category sub-20.

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1 -</b>	Delineamento do macrociclo de treino.....	36
<b>Figura 2 -</b>	Dinamômetro isocinetico Cybex .....	37
<b>Figura 3 -</b>	Posicionamento do atleta na cadeira do dinamômetro isocinético Cybex.....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Características antropométricas dos sujeitos de acordo com a posição de jogo.....	44
<b>Tabela 2 -</b>	Pico de torque (PT), trabalho total (TT), potencia máxima (PM) e o índice de fadiga (IF) dos músculos flexores direito (FD) e esquerdo (FE) do joelho obtidos pelos jogadores nas diferentes posições de jogo.....	45
<b>Tabela 3 -</b>	Pico de torque (PT), trabalho total (TT), potencia máxima (PM) e o índice de fadiga (IF) dos músculos extensores direito (ED) e esquerdo (EE) do joelho obtidos pelos jogadores nas diferentes posições de jogo.....	46
<b>Tabela 4 -</b>	Características antropométricas dos sujeitos estudados.....	47
<b>Tabela 5 -</b>	Relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho (RFE) direito e esquerdo relacionado ao pico de torque (PT) obtido nos diferentes momentos da temporada.....	48

# SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Desenvolvimento do treinamento físico no futebol .....	17
2.2 Características fisiológicas e metabólicas no futebol .....	19
2.3 Músculos flexores e extensores do joelho.....	25
2.4 Dinamômetro isocinético.....	27
2.4.1 Pico de torque.....	29
2.4.2 Trabalho total.....	30
2.4.3 Potencia máxima.....	30
2.4.4 Índice de fadiga .....	30
2.4.5 Relação de equilíbrio agonista/antagonista .....	30
2.4.6 Utilização dos parâmetros de avaliação isocinética.....	32
2.4.7 Avaliação isocinética do joelho em atletas de futebol.....	32
3 OBJETIVOS.....	35
3.1 Objetivo Geral.....	35
3.2 Objetivos específicos.....	35
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
4.1 Delineamento do estudo.....	36
4.2 Medidas antropométricas.....	37
4.3 Mensuração dos parâmetros de avaliação isocinética .....	37
4.4 Avaliação da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho.....	39
4.5 Modelo de periodização utilizado no estudo 2.....	40
4.6 Análise estatística.....	43
5 RESULTADOS.....	44
5.1 Estudo 1 .....	44
5.1.1 Dados antropométricos .....	44
5.1.2 Análise dos parâmetros de avaliação isocinética .....	45

	Página
5.2 Estudo 2.....	47
5.2.1 Dados antropométricos.....	47
5.2.2 Análise da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho.....	48
6 DISCUSSÃO.....	49
7 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

# Introdução

O Futebol, o esporte mais popular do mundo, não é somente o preferido pelos praticantes em nível recreacional, mas também é o favorito dos espectadores. O futebol exige que os jogadores tenham aptidões técnicas, conhecimento tático, sobretudo excelente desempenho físico (SHEPHARD, 1999).

Diante disso, tem-se observado ao longo das duas últimas décadas, um avanço significativo no desenvolvimento científico e tecnológico em relação ao futebol, com o propósito de contribuir na melhoria do desempenho físico do jogador. Desse modo, inúmeros estudos tem procurado investigar os diferentes aspectos relacionados a performance no futebol, em particular, os fatores fisiológicos e metabólicos (EKBLUM, 1986; BANGSBO *et al.*, 1991; SHEPHARD, 1999; REILLY *et al.*, 2000; ANASTASIADIS *et al.*, 2004; STOLEN *et al.*, 2005).

Segundo Shephard (1999) durante um jogo de futebol com 90 minutos, jogadores correm por volta de 8-12 km, em intensidades próximas a do limiar anaeróbio (CASTAGNA; D'OTTAVIO, 2002). O futebol é caracterizado por ações motoras intermitentes de curta duração e alta intensidade, que variam com períodos de ações motoras de maior duração e menor intensidade (REILLY, 1997). Contudo, devemos ressaltar que a literatura tem demonstrado diferenças nas exigências fisiológicas e metabólicas em relação as diferentes posições de jogo. Essas diferenças têm sido confirmadas em jogadores brasileiros profissionais (ANANIAS *et al.*, 1998; BALIKIAN *et al.*, 2002) e de categorias menores (SILVA *et al.*, 1997; SOUZA, 1999).

Considerando as informações anteriores torna-se necessário a utilização de parâmetros mais eficientes na avaliação das capacidades físicas de jogadores de futebol. Segundo Godik (1996), o dinamômetro isocinético para membros inferiores é um equipamento que atende a especificidade da força utilizada no futebol, bem como a potência (velocidade do movimento), além disso, proporciona um trabalho isocinético e permiti ajustes de velocidade na execução dos movimentos, simulando a velocidade do movimento.

A avaliação isocinética tem sido usada nas últimas três décadas como métodos para determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular (HISLOP; PIERRE, 1967).

O exercício isocinético surgiu da necessidade de pesquisadores da área desportiva em buscar uma avaliação eficaz da capacidade de força do músculo esquelético (HISLOP; PIERRE, 1967; PERRIN, 1993).

A dinamometria é uma área que utiliza instrumentos de medidas como os dinamômetros isocinéticos, que proporcionam informações quanto à dinâmica, isto é, movimento e desempenho mecânico dos grupos musculares (OSTERNIG, 1986; DVIR, 1995; OSTERNIG *et al.* 1996). Em adição, permite quantificar em valores absolutos alguns indicadores da função muscular como o torque máximo, o trabalho muscular total, a potência máxima, o índice de resistência além da relação agonista/antagonista. A utilização desta relação tem sido apontada como fundamental importância para a prevenção de lesões, tanto articulares quanto musculares (CAMERON *et al.*, 2003).

Trabalhos anteriores tem investigado os parâmetros de força, trabalho, potência, resistência e o equilíbrio muscular em grupos musculares de membros superiores e inferiores, em diferentes modalidades (STAFFORD; GRANA, 1984; GREVE *et al.*, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 2004; SANTI; PINTO, 2004; MENOSSI *et al.*, 2005), bem como em indivíduos não treinados (GRIFFIN *et al.*, 1993; GREVE *et al.*, 1997; MENOSSI, 2005). Todavia, a utilização do dinamômetro isocinético, para avaliação dos músculos flexores e extensores de joelho em atletas de futebol tem se mostrado extremamente reduzidos (GAUFIN; TROPP 1988; ARRUDA; RINALDI, 1999; LE GALL *et al.*, 1999; KAWABATA *et al.*, 2000; PINTO; ARRUDA, 2001; PAIXÃO *et al.*, 2004).

Desse modo, considerando que as exigências fisiológicas e metabólicas impostas durante uma partida de futebol têm se tornado cada vez mais evidente, torna-se necessário a utilização de parâmetros cada vez mais eficientes na busca de se conhecer melhor as exigências requeridas em relação as diferentes posições em campo de jogo.

Além disso, a falta de estudos que acompanham o comportamento da relação de equilíbrio muscular de flexores e extensores de joelho em jogadores de futebol durante um macrociclo de treinamento, torna de extrema importância à realização de estudos com esta característica, uma vez que, a análise desta relação vem sendo sugerida como uma forma adequada de verificar a existência de desequilíbrios musculares, o que torna a utilização deste índice importante na monitorização do treinamento de força dentro de um macrociclo de treinamento, em especial nas categorias que envolvem indivíduos mais jovens como é o caso da

sub-20, onde os indivíduos ainda estão em formação e, qualquer anormalidade relacionada a desequilíbrios musculares não detectadas ou corrigidas, poderão causar sérios problemas de lesões no futuro.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Desenvolvimento do treinamento físico no futebol

Pesquisadores e estudiosos têm dúvidas quanto á origem do futebol no Brasil, porém é sabido que o “JOGO DA BOLA” foi proscrito em 1746, na cidade de São Paulo, por meio de uma Lei da Câmara Municipal como causador de desordem e agrupamentos de vadios.

Seu surgimento é atribuído a Charles Müller, nascido em 1874, brasileiro, descendente de ingleses, educado na Banister Court School, Southampton, Inglaterra, onde conheceu o *foot-ball*, por ele se encantou e praticou, jogando no time do Condado de Hampshire. De volta ao Brasil, trouxe consigo as duas primeiras bolas, uniformes e chuteiras. Organizou o primeiro jogo, do qual também participou, no São Paulo *Atletic Club*, clube de ingleses, fundado em 1888 onde se jogava principalmente o *cricket*.

O futebol brasileiro se tornou um dos melhores do mundo, e nos dias atuais possui um forte apelo cultural e econômico, sendo explorado pelos patrocinadores que expõe seus produtos durante as competições. Isso obriga os times a realizarem de dois a três jogos por semana, levando os atletas a um grande desgaste físico. Para que esses atletas possam suportar essa maratona de jogos, mantendo um bom rendimento durante as partidas, faz-se necessário a realização de períodos de preparação física, eficientes e bem planejados que atenda todas as exigências físicas solicitadas durante as partidas, além de possibilitar recuperação mais rápida dos atletas entre os jogos.

Diante desses fatos, surgiu a necessidade de se desenvolver capacidades física exigidas durante a prática do futebol. Foram propostos sistematizações de treinamentos, com implementos de cargas de treinos específicos para o desenvolvimento das capacidades físicas. Esta forma de sistematização é conhecida como periodização e vem evoluindo ao longo dos anos, com modelos e propostas diferentes, conforme a realidade e conhecimento dos pesquisadores (GOMES, 2002).

A sistematização de treinos é tão antiga, quanto o próprio esporte. Segundo Manso *et al.* (1996) os gregos dividiam o plano de treinamento chamado de tetras, em quatro dias, que se assemelham as dos microciclos, mesociclos e macrociclos atuais. Nesses quatro dias

a carga era distribuída da seguinte forma: primeiro dia um treino com intensidade moderada, segundo dia um treino de alta intensidade, terceiro dia um treino de moderada intensidade com exercícios curtos e rápidos e no quarto dia um treinamento de intensidade leve com atividades suaves.

Após esta etapa, houve uma época onde se primou pela racionalização do treinamento, tendo como precursores os italianos do século XIV e XV que foram responsáveis pelo renascimento da atividade física. Em adição, observou-se grande desenvolvimento na Inglaterra no século XVI a partir de publicações de obras sobre a ordenação da atividade física. Entretanto, somente no século XVIII com o surgimento de corredores profissionais, observou-se avanço significativo no processo de sistematização do treinamento para a obtenção de melhores resultados. A partir deste período, o processo de sistematização do treinamento continuou evoluindo, com surgimento de novas propostas idealizadas por diversos pesquisadores, até alcançar uma planificação considerada modelo, que até os dias atuais é utilizada por muitos profissionais do esporte, também conhecida como modelos tradicionais (MATVEEV, 1996).

Segundo relatos da literatura Matveev é considerado o precursor da periodização moderna do treinamento desportivo (GOMES, 2002). Este desenvolveu a partir de 1950 do século XX a teoria da periodização anual, a qual consiste de três períodos: preparatório, competitivo e transitório, claramente diferenciados em seus conteúdos e objetivos. Este autor estabeleceu alguns posicionamentos a respeito do treinamento desportivo mantidos até os dias atuais:

- a) As condições climáticas como fator determinante da periodização do treinamento;
- b) A periodização de treinamento e o calendário de competições;
- c) As individualidades biológicas como base da periodização do treinamento desportivo.

Todos esses conceitos são aceitos e utilizados em grande parte pelos seguimentos envolvidos com a periodização do treinamento, cujo modelo de distribuição das cargas de treinamento ao longo da temporada serviu de base para o surgimento de outros modelos.

Posteriormente, vários teóricos, principalmente soviéticos e integrantes dos países do antigo bloco comunista, aperfeiçoaram as teorias de Matveev por experimentação

prática e científica dos conteúdos, objetivando a unidade de formação especial e de formação geral que fossem capazes de criar bases e condições necessárias para desenvolver a especialização esportiva (GOMES, 2002). Vale lembrar que não é possível eliminar do processo de treinamento a formação geral, pois a a especialização depende desta etapa, principalmente quando o grupo submetido ao treinamento é de jovens atletas. A relação entre a formação especial e a formação geral é extremamente importante e em certos momentos difícil de se estabelecer limites entre ambas, mesmo que os meios de desenvolvimento sejam diferentes entre si (MATVEEV, 1996).

A formação especial é relativamente limitada e seus meios não são suficientes para desenvolver as capacidades gerais do atleta. O futebol como todos os demais esportes exigem primeiro um desenvolvimento geral das capacidades físicas para depois se especificar de forma que se possa atender as necessidades técnicas e táticas impostas pelo jogo. ,

Desta forma, a preparação física no futebol, requer, entre outros aspectos, conhecimento mais específico possível das características e dos tipos de exigências motoras impostas durante o jogo (ANASTASIADIS *et al.*, 2004). Este conhecimento dos tipos de esforços realizados pelos atletas durante a partida é essencial para que as características, bem como os meios e métodos de treino contidos dentro da periodização, sejam mais eficazes.

Segundo Matveev (1996), o principal objetivo do treinamento é fazer com que o atleta atinja um alto nível de desempenho em dada circunstância, especialmente durante a principal competição do ano, atingindo uma boa forma atlética. Essa boa forma só existe quando o nível do treinamento é alto e o padrão psicológico permite excelente desempenho. Para que isso venha ocorrer é necessário periodizar e planejar adequadamente todo o programa de treinamento do jogador, visando ao desenvolvimento lógico e seqüencial das habilidades e capacidades motoras.

## **2.2 Características fisiológicas e metabólicas exigidas no futebol**

No decorrer de um jogo de futebol os atletas são exigidos de diversas formas, e o perfil de atividades pode variar desde o repouso completo, numa situação onde a bola está fora de campo, até “*sprints*” de alta velocidade, passando ainda por trotes, deslocamentos laterais e para trás, corridas de media intensidade, salto e chutes (BANGSBO *et al.*, 1991; STOLEN *et al.*,

2005). Segundo Shephard (1999) durante um jogo de futebol com 90 minutos, jogadores correm por volta de 8-12 km, em intensidades próximas ao limiar anaeróbio (CASTAGNA; D'OTTAVIO, 2002). Assim, o futebol é caracterizado por ações motoras intermitentes de curta duração e alta intensidade, que variam com períodos de maior duração e menor intensidade (REILLY, 1997).

De acordo com Ekblom (1986), o futebol possui características extremamente complexas do ponto de vista fisiológico e dos métodos de treinamento. Para o desenvolvimento de suas capacidades, ao contrário do que é visto em modalidades cíclicas, como provas de pista do atletismo, onde os movimentos se dão de forma repetida, com intensidade de esforço praticamente inalterada, o futebol é uma modalidade totalmente acíclica (os gestos desportivos não se repetem a intervalos regulares), exigindo a manifestação de varias capacidades motoras durante o jogo, tais como:

- Capacidade de resistir a vários esforços intermitentes;
- Capacidade de recuperação;
- Capacidade de “*sprint*” (performance em esforços de alta velocidade);
- Capacidade de desenvolver altos níveis de força específica, principalmente em situações tais como saltos, chutes, e lançamentos;

As fases fisiológicas que garantem essas exigências motoras envolvem os sistemas cardio-respiratório e muscular-esquelético em interação com o sistema nervoso (EKBLUM, 1986).

Nas atividades de alta intensidade e de curtíssima duração (inferiores a 6s) a fosfocreatina (PCr), armazenada nas fibras musculares supre, em grande parte, a energia necessária para a manutenção do esforço. Dessa forma, este sistema é extremamente importante no futebol, principalmente nos momentos onde a intensidade do esforço aumenta repetidamente. Reilly (1997) mostrou que o sistema ATP-fosfocreatina é responsável por metade da energia necessária para seis *sprints* consecutivos em situação simulada de jogo. Tendo em vista que em média pode-se considerar que, durante o jogo, cerca de 7 minutos são gastos em ações de alta intensidade, que incluem aproximadamente 19 *sprints*, com duração média de 2 segundos cada, a PCr intramusculares pode limitar o desempenho durante um jogo (BANGSBO *et al.*, 1991; STOLEN *et al.*, 2005).

Conseqüentemente nesse tipo de esforço, onde o tempo de recuperação é limitado, a necessidade de reposição contínua de PCr para que se possa manter a eficiência na potência muscular para realização dos esforços subsequentes (BOGDANIS *et al.*, 1996; TRUMP *et al.*, 1996). A ressíntese de PCr, por sua vez, depende da eficiência do metabolismo oxidativo, ou seja, atletas que possuem uma maior potência aeróbia teriam uma capacidade maior de aporte de oxigênio nos músculos em atividade, o que poderia contribuir para uma maior capacidade de resíntese da PCr nos períodos de recuperação (SPRIET, 1995), contribuindo na melhora do desempenho em esforços intermitentes.

Segundo Gaitanos *et al.* (1993) a somatória de esforços (séries consecutivas de testes com ou sem intervalos) contribui significativamente para o aumento da solicitação do metabolismo aeróbio, podendo conseqüentemente resultar em uma maior taxa de ressíntese de PCr via sistema oxidativo. Esse autores observaram ainda, através de biópsia muscular, que em esforços intermitentes e de alta intensidade (10 *sprints* com duração de 6 s e intervalo de 30 s) o sistema da PCr e da glicólise anaeróbia são solicitados na mesma proporção. Em adição foi verificado que a contribuição da via oxidativa, analisada isoladamente em cada *sprint* não foi significativa, porém teve atuação fundamental nos períodos de recuperação.

Considerando as exigências do futebol, todo modelo de treinamento adotado pelo preparador físico busca otimizar as capacidades físicas inerentes a prática do desporto. Essas capacidades têm características condicionantes e são extremamente importantes para o sucesso do atleta. A capacidade de resistência ou resistência aeróbia, têm sido entendida como sendo tanto a capacidade geral psico-física de tolerância à fadiga em sobrecargas de longa duração como a capacidade de uma recuperação rápida após estas sobrecargas (WEINECK, 2000). A resistência pode ser dividida em diferentes tipos, de acordo com suas formas de manifestação e de interpretação:



Weineck (2000)

Para o jogador de futebol, os dois tipos de resistência, aeróbia e anaeróbia são muito importantes. Entende-se como resistência aeróbia a forma de resistência que depende da eficiência do sistema oxidativo de produção de energia, envolvida com a recuperação, enquanto que na resistência anaeróbia enquadram-se as formas específicas de manifestação para o esporte. A literatura tem sugerido alguns benefícios obtidos a partir do treinamento de resistência para um jogador de futebol como, o aumento do desempenho físico, o desempenho ótimo da capacidade de recuperação, a diminuição das lesões e contusões, o aumento da tolerância psíquica, a prevenção da falhas táticas em função da fadiga, a diminuição dos erros técnicos, a manutenção de alto nível de velocidade de ação e reação (GOMES, 2002).

Weineck (2000) aponta a capacidade de resistência aeróbia, em conjunto com o tipo de fibra muscular, nutrição e capacidade de ressíntese enzimática específica para o esforço de *sprint* como fatores que otimizam a capacidade de recuperação.

Porém, em jogadores de futebol torna-se necessário a prevenção contra o excesso de treinamento que envolve a capacidade aeróbia, porque como vimos anteriormente, um grande volume de treinamento de resistência aeróbia pode interferir nas capacidades físicas de velocidade e força rápida, também necessárias a esses atletas. O treinamento exagerado da resistência aeróbia possibilita redução na velocidade das ações o que de certa forma torna o indivíduo lento, devido as adaptações metabólicas induzidas no músculo por esse tipo de treinamento (ASTRAND; RODAHL, 1986).

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ), um indicador da potência aeróbia, tem sido ao longo dos anos, o índice mais utilizado para o estudo do metabolismo aeróbio, haja visto sua importante relação com o desempenho, particularmente em esforços físicos prolongados sob intensidade moderada (BASSET JR; HOWLEY, 2000). O  $VO_2max$  é definido como a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar (ASTRAND; RODAHL, 1986). Segundo Denadai (2000) e, Astrand e Rodahl (1986), os valores de  $VO_2max$  em jogadores de futebol podem apresentar variações entre 56 a 70ml/kg/min. Isto tem sido confirmado em estudos mais recentes que observaram diferenças nos valores de  $VO_2max$  nas diferentes idades, bem como posições em campo durante o jogo (SILVA *et al.*, 1997; BALIKIAN *et al.*, 2002; STOLEN *et al.*, 2005).

Uma outra forma bastante utilizada na quantificação da potência aeróbia é a frequência cardíaca (FC), uma vez que parece existir uma grande linearidade entre  $VO_2max$  e a

FC, tanto em esforços contínuos quanto intermitentes (ASTRAND; RODAHL, 1986). No entanto, é necessário apontar para os erros que um método indireto está sujeito. A linearidade entre  $VO_2\text{max}$  e a FC é quebrada durante contrações estáticas (isométricas), quando se trabalha com pequenos grupos musculares, após atividades executadas em alta intensidade e principalmente em situações de estresse térmico (ASTRAND; RODAHL, 1986), levando a uma superestimação da participação da via aeróbia durante uma partida de futebol, ainda que pequena, o que pode certamente durante um jogo de futebol influenciar nos resultados.

Considerando as limitações impostas pela utilização do  $VO_2\text{max}$ , o limiar anaeróbio (LAn) tem sido amplamente empregado, uma vez que é considerado um referencial extremamente interessante para a prescrição da intensidade do treinamento, controle dos efeitos do treinamento, predição do desempenho aeróbio, bem como avaliação da capacidade aeróbia de atletas (WELTMAN, 1995).

Estudo de Bangsbo (1994), utilizando uma concentração fixa de lactato de 3 mmol/l, como a intensidade ótima de transição entre os metabolismo aeróbio e anaeróbio avaliou 60 jogadores dinamarqueses considerados de elite, e verificou que os laterais ou alas e os meios-campistas apresentavam valores semelhantes para a velocidade de limiar (15,9 e 15km/h), significativamente mais elevado do que os goleiros (13km/h), zagueiros (13,4km/h) e atacantes (13,6km/h). Um outro estudo realizado por Green (1992) citado por Bangsbo (1994) em jogadores australianos mostrou que os jogadores mais qualificados atingiram velocidade de limiar maior (14,5km/h) quando comparada a média do grupo (13,1km/h). Esses resultados mostram uma grande variação em função da posição de jogo, o que evidencia a necessidade de buscar cada vez maior de treinamentos específicos que atendam a necessidade metabólica de cada atleta. Essas diferenças fisiológicas e metabólicas inerentes as posições dentro de campo tem sido confirmadas por jogadores brasileiros, profissionais (ANANIAS *et al.*, 1998; BALIKIAN *et al.*, 2002) e jovens jogadores nas diferentes categorias (SILVA *et al.*, 1997; SOUZA, 1999).

A resistência anaeróbia ou resistência de *sprint* é outra capacidade fundamental para o jogador de futebol. Seu desenvolvimento gera adaptações fisiológicas extremamente importantes as quais proporcionam um condicionamento específico das características do desempenho muscular do jogador de futebol, especialmente dos membros inferiores. Ocasionalmente ainda boa assimilação das sobrecargas intermitentes e repetitivas de corrida, acelerações e saltos, dribles em velocidade, chutes e cabeçadas rápidas; capacidade de realizar

acelerações, saltos, dribles e chutes com ritmo máximo e de forma bastante dinâmica, durante todo jogo (WEINECK, 2000).

Weineck (2000) tem sugerido que a resistência de *sprint* em jogadores de futebol tem importância significativa, apontando este fator, inclusive, como a maior diferencial entre atletas de elite e atletas amadores, sendo encontradas as maiores velocidades de *sprint* em atletas de elite. Para isso, é extremamente interessante para um atleta de futebol reduzir o seu tempo de recuperação para conseguir manter o maior tempo possível o seu melhor desempenho de velocidade.

A resistência de *sprint* não deve ser confundida com resistência de velocidade do atletismo. Esta capacidade reflete a capacidade do atleta poder realizar vários sprints máximos sem ocorrer queda considerável na capacidade de aceleração em um jogo todo. Resistência de velocidade é a capacidade de manter por longo tempo a maior velocidade possível (GOMES, 2002).

Para um atleta de 100m ou 400m a resistência de velocidade tem grande significado, mas jogadores de futebol não desempenham volumes maiores do que 30–40m, permanecendo com isso predominante na fase de aceleração. Além disso, normalmente o atleta deve terminar o seu período cíclico de corrida e aceleração com uma ação acíclica (chute, cruzamento, passe e etc.) (BANGSBO *et al.*, 1991). Isso significa que a fase de corrida deve ser empregada da forma mais econômica possível para realizar as ações do jogo de forma eficiente.

Para o jogador não só a capacidade de aceleração (força de *sprint*) tem importância, mas também a resistência de *sprint* (GOMES, 2002). O desenvolvimento dessa capacidade através de métodos de treinamento adequados é fundamental para, nos momentos decisivos do jogo o jogador poder desempenhar suas acelerações máximas. Foi demonstrado que oito semanas de treinamento de resistência de *sprint* levou a uma melhor capacidade de recuperação, com baixa formação de lactato (valores iniciais de 7,29 mmol/l e finais de 5,06 mmol/l), como expressão de melhoria na resistência de *sprint* (WEINECK, 2000).

Muitas equipes enfatizam em seus treinamentos a resistência de velocidade e pouco a resistência de *sprint*. Isso pode produzir uma queda da capacidade de aceleração, que está ligada, principalmente a via anaeróbia alática. Enquanto em um treinamento de resistência de velocidade há uma elevação do lactato sangüíneo em torno de 15mmol/l, aparentemente em um jogo de futebol raramente ocorrem elevações tão altas (EKBLÖM, 1986; STOLEN *et al.*, 2005).

Outra capacidade importante para o jogador é a capacidade de Força. Weineck (2000) destaca três formas principais de força: força máxima, força de explosão e a resistência de força. Todas essas formas de força são utilizadas nos mais variados desportos, sendo que no futebol, pelas exigências físicas dos atos motores da modalidade, a força de explosão e a resistência de força são utilizadas com maior frequência.

Barbanti (1996) ressalta a especificidade da força de cada modalidade, definindo-a como força especial. Segundo o autor, na maioria dos esportes procura-se uma aplicação intensa de força em uma curta unidade de tempo. Dessa forma, os esportes coletivos foram caracterizados por movimentos de força rápida, assim divididas: a) força de lançamento, b) força de salto, c) força de sprint, d) resistência de força.

Durante uma partida de futebol os atletas realizam muitos movimentos cíclicos e cíclicos, necessitando das várias modalidades de força, sendo que de acordo com o posicionamento e formação tática da equipe, o jogador pode utilizar uma modalidade de força com maior frequência. Os laterais e os atacantes por exemplo, usam com maior frequência a força de *sprint*, já os atacantes e zagueiros usam de força especial, a força de salto, e os meio campistas parecem utilizar com mais ênfase a resistência de força (ARRUDA; RINALDI, 1999).

O emprego da força no futebol tem se mostrado importante, de forma que algumas pesquisas verificaram que os saltos realizados pelos jogadores de futebol acontecem com uma certa frequência, principalmente entre os zagueiros e os atacantes, os *sprints* também são bastante utilizados, principalmente pelos atacantes (ANASTASIADIS *et al.*, 2004)

### **2.3 Músculos flexores e extensores do joelho**

A estabilidade da articulação do joelho é propiciada pelos meniscos, ligamentos e músculos (CAMPBELL; GLENN, 1982). Os músculos que atuam diretamente nos movimentos e ajudam a estabilizar a articulação do joelho são os que compõem o grupo denominado Quadríceps Femoral e os que compõem o grupo dos Ísquiotibiais (HAMILL; KNUTZEN, 1999).

Devido ao fato de estarem relacionados com o movimento da articulação do quadril e também do joelho, estes músculos são denominados músculos bi-articulares (RASCH; BURKE, 1977), conforme Hall (2000), característica que os tornam músculos distribuidores de

trabalho, ou seja, durante movimentos dinâmicos eles atuam distribuindo o trabalho muscular entre as articulações (RON *et al.*, 1993).

O grupo muscular denominado Quadríceps Femoral, responsável pelo movimento de extensão do joelho, é composto pelo músculo Reto Femoral, Vasto Lateral, Vasto Medial e Vasto Intermédio, esse está situado na face anterior da coxa e conhecido como o maior e mais poderoso de todos os músculos do corpo humano (WEINECK, 1986). Segundo Hall (2000), o músculo Reto Femoral é conhecido como músculo do chute. Rasch e Burke (1977), referem ao músculo como biarticular, produzindo movimentos de flexão do quadril e extensão do joelho.

Estudo de Jorge e Hull (1986), analisando a participação do músculo Reto Femoral em diversos movimentos e posições, relatam a participação ativa no final da extensão do quadril (ação excêntrica), no início da flexão do quadril (ação concêntrica) e nos movimentos de extensão do joelho. Bosco e Viitasalo (1982) mencionam a participação do músculo nos movimentos de força concêntrica e excêntrica. A ação concêntrica exercida também é descrita por Cabri *et al.* (1991).

Mais recentemente Bankoff *et al.* (2000) estudaram através da eletromiografia o músculo Reto Femoral durante o movimento do chute no futebol. Os autores relataram que houve participação efetiva do músculo nos movimentos de chute com bola e sem bola, havendo predomínio de força explosiva no movimento de chute com bola nas fases inicial e final do chute.

Os Ísquiotibiais, também conhecido como flexores de joelho, são considerados um dos grupos musculares com funcionamento mais complexo do corpo humano, estando envolvido na locomoção e estabilização dos membros inferiores (TURL; GEORGE, 1998). Este grupo muscular é formado pelos músculos Semitendíneo, Semimembranoso, Bíceps Femoral cabeça longa e cabeça curta, sendo este último ventre muscular o único uniarticular do grupo muscular (FENER *et al.*, 1993).

Hamill e Knutzen (1999) afirmam que o trabalho desta musculatura é maior na articulação do quadril, devido a um maior braço de alavanca, contudo eles afirmam também que o grupo muscular dos Ísquiotibiais é o maior responsável pelo movimento de flexão do joelho. Perrin (1993) cita a ação excêntrica deste grupo muscular essencial para a desaceleração do movimento de extensão do joelho durante a corrida.

Dinamicamente, reforçam a estabilização medial (Semitendíneo) e lateral (Bíceps Femoral) do joelho e juntamente com o ligamento cruzado anterior (LCA), limita a translação tibial anterior durante a extensão do joelho (ANDREWS *et al.*, 1998; GLESSON *et al.*, 1998). Os Ísquotibiais também controlam a pelve tracionando a tuberosidade ísquiática criando uma inclinação posterior da pelve, sendo também responsáveis pela postura ereta (HAMILL; KNUTZEN, 1999).

Segundo Hamill e Knutzen (1999), a ação dos músculos bi-articulares do quadril e do joelho não é tão simples. O estudo das funções de cada um desses músculos, em separado, é insuficiente para explicar todos os fenômenos observados no movimento dinâmico do membro inferior, devido aos músculos trabalharem em grupos e efetuarem movimentos coordenados.

O que se sabe até então é que para uma maior estabilização da articulação do joelho deve existir um balanço de forças entre estes dois grupos musculares, que, por terem inervação recíproca, permitem juntos com outros músculos, a realização de movimentos sincronizados característicos desta articulação (WATKINS *et al.*, 1983). Como exemplo tomamos a locomoção, onde a musculatura ao redor do joelho é utilizada para fazer a propulsão, estabilização e para absorver forças significantes aplicadas ao corpo. Quando o calcanhar toca o solo na fase de frenagem da caminhada, os Isquiotibiais atingem seu pico de atividade muscular ao tentar interromper o movimento na articulação do quadril. Ainda, na fase de propulsão da caminhada (para cima e para frente) os Isquiotibiais ficam ativos aproximadamente no momento em que se dá a propulsão do corpo para frente. Na fase de balanceio da caminhada, os Isquiotibiais ficam ativos após a retirada dos artelhos e novamente no final da fase de balanceio, antes do contato do pé (MANN *et al.*, 1986).

## **2.4 Dinamômetro isocinético**

A avaliação isocinética tem sido usada nas últimas três décadas como métodos para se determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular (HISLOP; PIERRE, 1967). O conceito do exercício isocinético surgiu da necessidade de pesquisadores da área desportiva em buscar uma avaliação eficaz da capacidade de força do músculo esquelético (HISLOP; PIERRE, 1967; PERRIN, 1993). Segundo Andrews *et al.* (1998) o conceito do

isocinético foi introduzido na literatura por James Perrine (1967), porém na década de 80 houve um processo de popularização da utilização da avaliação isocinética no esporte.

A dinamometria é uma área que utiliza instrumentos de medidas como os dinamômetros isocinéticos, que proporcionam informações quanto à dinâmica, isto é, movimento e desempenho mecânico dos grupos musculares (OSTERNIG, 1986; DVIR, 1995; OSTERNIG *et al.* 1996). O dinamômetro isocinético é um aparelho ativo que possui um sistema servo motor hidráulico ou eletromecânico acoplado a um computador que permite gerar força em um movimento angular com uma velocidade pré-determinada, a qual pode variar de 0°/s a 600°/s (HAMILL; KNUTZEN, 1999). Este se caracteriza por possuir velocidade angular constante, permitindo realizar movimento na sua amplitude articular. A força exercida pelos grupos musculares varia durante o arco de movimento, devido ao seu braço de alavanca que se altera conforme a amplitude do movimento. Tem-se, então, o chamado momento angular de força ou torque. A resistência oferecida também é variável conforme a força realizada em cada ponto da amplitude articular. Mas a velocidade angular é sempre constante, em graus por segundo (°/seg), definida previamente pelo examinador.

Quando o movimento é igual ou acima da velocidade limite, o dinamômetro produz uma força igual de contenção para manter constante o movimento, característica esta que estimula o músculo em 100% de sua capacidade motora (PERRIN, 1993).

Perrin (1993) afirma ainda que independente da idade ou atividade exercida, a relação de força entre os grupos musculares, Quadríceps e Ísquiotibiais tende a ser de 5 a 10%, sendo essencial tanto para a ação concêntrica quanto para a excêntrica, mesmo sabendo que na excêntrica o torque é maior para ambos os grupos musculares. Em baixas velocidades (60°/s), o valor do torque dos Ísquiotibiais tende a ser em torno de 60% do valor do torque do Quadríceps, lembrando que para comparações o valor do torque é sempre normalizado pelo peso corpóreo do indivíduo.

O aparelho isocinético é um recurso valioso, podendo ser indicado tanto para avaliação do equilíbrio funcional muscular, como também para reabilitação das lesões do aparelho locomotor. As articulações que podem ser incluídas no exame são ombros, joelhos, tornozelos, quadris, cotovelos, punhos e também coluna vertebral (KISNER; COLBY, 1998; CLANTON; COUPE, 1998; KUJALA *et al.*, 1997).

Andrews *et al.* (1998) destacam as principais vantagens do aparelho isocinético, como eficiência, segurança, acomodação da resistência, escolha da velocidade, o modo concêntrico e excêntrico de realização do exercício e a documentação do trabalho. Ressalta-se, no entanto, que as desvantagens estão no preço elevado e no fato de que o aparelho isocinético não possibilitar a realização o gesto ou o movimento específico de uma determinada modalidade esportiva (HAMILL; KNUTZEN, 1999). Além disso, segundo Menossi (2005) nos extremos do movimento articular, onde existem grandes desvantagens mecânica e fisiológica, o dinamômetro poderá manter sua velocidade e, conseqüentemente, reduzir a produção de força.

Shinzato e Battistella (1996), foram provavelmente os primeiros autores a relatarem sua experiência e a importância deste recurso em nosso país. Mais recentemente, Terreri *et al.* (2001) destacam o pouco tempo deste aparelho e sua utilização no Brasil (aproximadamente 15 anos), citando que a avaliação isocinética permite quantificar em valores absolutos algumas variáveis da função muscular como o torque máximo, o trabalho muscular total, a potência máxima, o índice de resistência e a relação agonista/antagonista, relação esta de fundamental importância para a prevenção de lesões, tanto articulares quanto musculares, como mostram os trabalhos de Cameron *et al.* (2003).

#### **2.4.1 Pico de Torque**

O pico de torque (PT) representa o ponto de maior torque na amplitude de movimento, o torque ou momento de força representa o resultado da força aplicada num ponto multiplicada pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento, ou seja,  $T = F \times d$ , medida em Newton-metro (Nm). O PT pode, também, ser expresso pela percentagem do peso corporal do indivíduo, com o objetivo de comparar grupos de indivíduos. O PT e a velocidade angular de movimento são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor a velocidade angular realizada, maior será o torque; quanto maior a velocidade, menor o torque (TERRERI *et al.*, 2001).

## 2.4.2 Trabalho total

O Trabalho total (TT) representa a energia realizada no esforço muscular durante o movimento (produto do torque pelo deslocamento angular); é expresso em joule (J); existe em valor absoluto e relativo, expresso em percentagem do peso corporal. Quanto menor a velocidade angular, maior o trabalho (TERRERI *et al.*, 2001).

## 2.4.3 Potência máxima

A potência máxima (PTM) é o resultado do trabalho realizado dividido pelo tempo, expresso em Watts (W). A velocidade angular é diretamente proporcional a potência, ou seja, quanto maior a velocidade angular, menor a potência. Existe também o valor absoluto e o expresso em percentagem do peso corporal (TERRERI *et al.*, 2001).

## 2.4.4 Índice de fadiga

O índice de fadiga (IF) é obtido quando o número de repetições for igual ou superior a seis, mostrando-se a proporção (em percentagem) da metade final sobre a metade inicial do trabalho realizado. Se seu valor for, por exemplo, de 80%, isto expressa que a segunda metade das repetições representou um valor de 80%, comparada a primeira metade. Logo a diferença de 20% pode ser referida como índice de fadiga da metade final; representa energia que utiliza metabolismo anaeróbio (TERRERI *et al.*, 2001).

## 2.4.5 Relação de equilíbrio agonista/antagonista

Esta relação se dá pela divisão entre valor do grupo muscular agonista e antagonista, ou ainda dos músculos flexores e extensores no caso do joelho, seja relacionado ao PT, TT ou PTM, expresso em percentagem. Portanto, representa a proporção entre tais grupos, podendo ser utilizada nas diferentes articulações. Normalmente é avaliada nas velocidades angulares menores para o PT e TT e, nas velocidades angulares maiores para a PTM. Mostra-se útil nos indivíduos que tiveram lesão do aparelho locomotor (TERRERI *et al.*, 2001). Por

exemplo, no joelho a relação entre o PT dos flexores/extensores é por volta de 60%, ou seja, o valor absoluto do PT dos flexores (numerador) dividido pelo dos extensores (denominador) resulta num valor em percentagem igual a 60. Portanto, a diferença entre os extensores (mais fortes) e os flexores (mais fracos) é de 40% .

A relação entre agonista/antagonista é uma forma adequada para saber se existe proporção e conseqüentemente o equilíbrio muscular. Na literatura, os relatos a respeito da relação flexora/extensora nos joelhos sem lesão variam normalmente entre 55% e 77% (GRACE *et al.*, 1984; HARILAINEN *et al.*, 1995). Foi descrito que joelhos dominantes sem lesão apresentam relação de 67% e 82% nas velocidades, respectivamente, de 90°/seg e 300°/seg (STAFFORD; GRANA, 1984). Vale ressaltar que, a diferença entre o lado dominante e não dominante não foi significativa. Esta semelhança entre o lado dominante e não dominante quando não existem lesões tem sido confirmado por outros autores (MENOSSI *et al.*, 2005).

HARILAINEN *et al.* (1995) constataram em um grupo de indivíduos com insuficiência de ligamento cruzado anterior (LCA) com tempo médio de evolução de 2,7 anos, que a relação flexora/extensora foi de 66% e 82% nas velocidades de 60°/seg e 180°/seg, respectivamente. Alguns estudos mostraram que ocorre desequilíbrio muscular, com déficit de força da musculatura do joelho com insuficiência de LCA (MURRAY *et al.*, 1984; TIBONE *et al.*, 1988).

Um estudo realizado por Terreri *et al.* (1999) em atletas com ruptura total LCA num dos joelhos mostrou valores do equilíbrio flexor/extensor semelhantes de 60°/seg entre os lados acometidos (60%) e não acometido(57%), apesar da ruptura completa do LCA. O mesmo não ocorreu na velocidade rápida de 240°/seg, em que o lado acometido mostrou relação de 75% e o lado não acometido 65%, havendo diferença estatisticamente significativa. Portanto, a medida que ocorreu aumento para esta velocidade, ocorreu também um aumento da relação flexora/extensora do joelho, indicando leve tendência do grupo muscular flexor se aproximar de extensor, mais pronunciada no lado com lesão.

Na interpretação dos resultados admite-se que o valor de um grupo muscular sem acometimento pode ser considerado normal, desde que seja igual ou apresente diferença de até 10% comparado ao grupo muscular contralateral. A atividade esportiva e o nível de condicionamento físico podem constituir fatores determinantes na adequada interpretação dos resultados.

#### **2.4.6 Utilização dos parâmetros de avaliação isocinética**

Segundo Terreri *et al.*, (2001) o exame isocinético no joelho, assim como em outras articulações, seja para avaliação ou para reabilitação, pode utilizar velocidades angulares que variam, normalmente, entre 30°/seg e 300°/seg, tais velocidades podem ser consideradas lentas (<180°/seg) ou rápidas (>180°/seg). A velocidade de 180°/seg pode ser considerada intermediária. Para o melhor estudo do TM e do TT, sugere-se a utilização de velocidade angular do tipo lenta, pois quanto menor a velocidade angular maior é o torque ou o trabalho. Neste caso, a velocidade mais usada é a de 60°/seg. Já para a avaliação da PTM, costuma-se usar velocidade rápida e/ou intermediária de 180°/seg a 300°/seg, estando esta última voltada, principalmente, para os atletas de alto rendimento.

Normalmente, realiza-se uma avaliação com até três velocidades diferentes, sendo necessária para cada série de esforço pausa 30seg a 1 minuto. Sugere-se ainda, a utilização de um volume de três a cinco repetições para as velocidades lentas ou intermediárias e 20 a 30 para as velocidades intermediárias ou rápidas (TERRERI *et al.*, 2001). Além disso, na avaliação é possível a utilização da contração nas formas concêntricas e/ou excêntrica. Contudo, Terreri *et al.* (2001) sugerem que a avaliação seja realizada na forma concêntrica, por ser mais segura e de fácil compreensão para a execução do atleta.

#### **2.4.7 Avaliação isocinética do joelho em atletas de futebol**

Embora, mais recentemente tenhamos encontrado na literatura trabalhos que investigaram os níveis força, potência, resistência e equilíbrio muscular em diferentes grupos musculares (membros superiores e inferiores), em diferentes modalidades (STAFFORD; GRANA, 1984; GREVE *et al.*, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 2004; SANTI; PINTO, 2004; MENOSSI *et al.*, 2005), bem como em indivíduos não treinados (GRIFFIN *et al.*, 1993; GREVE *et al.*, 1997; MENOSSI *et al.*, 2005) por meio da utilização de dinamômetro isocinético, ainda são poucos os trabalhos que se propuseram a estudar esses parâmetros nos músculos flexores e extensores de joelho em atletas de futebol.

Segundo Godik (1996), o dinamômetro isocinético é um instrumento que atende a especificidade da força utilizada no futebol, como a potência (velocidade do movimento),

primeiro porque o esforço é realizado pelos membros inferiores, segundo por proporcionar um trabalho isocinético e permitir o ajuste de velocidade na execução dos movimentos, simulando a velocidade do movimento.

Gaufin e Tropp (1988) após 10 semanas de treinamento (3 vezes por semana) usando trabalho não específico de salto em um grupo de jogadores suecos, constataram melhora significativa no desempenho do salto vertical. Porém, quando esses jogadores foram submetidos a avaliação em um dinamômetro isocinético (*Cybex*<sup>®</sup>), não se verificou nenhuma diferença significativa. A partir desses achados conclui-se que a melhora de salto vertical estava relacionada com a melhora técnica nos saltos por parte dos atletas e não pelo ganho de potência muscular.

Semelhantemente, Kawabata *et al.* (2000) utilizaram o dinamômetro isocinético para o estudo do processo de fadiga muscular em atletas. A investigação contou com 18 atletas de beisebol, 12 atletas de futebol e 13 maratonistas. Em todos os sujeitos o pico de torque dos músculos extensores foi maior que dos flexores, na articulação do joelho, sendo que os extensores apresentaram um alto índice de fadiga e uma rápida recuperação, já os flexores apresentaram um baixo índice de fadiga e uma lenta recuperação. Os maratonistas apresentaram o menor índice de fadiga entre as modalidades, tanto para flexores quanto para os extensores. Segundo Parkkari *et al.* (2001) este tipo de intervenção é primordial para se obter resultados satisfatórios, uma vez que a partir dessas informações é possível reestruturar o trabalho de preparação física dos atletas.

Pinto e Arruda (2001) estudaram o comportamento de atletas de futebol profissional brasileiros na avaliação isocinética do joelho. Os autores avaliaram a articulação do joelho na posição sentada em três velocidades: 60°/s (lenta), 180°/s (intermediária) e 300°/s (rápida), no modo concêntrico, tanto para a extensão quanto para flexão do joelho. Trabalho semelhante realizado por Le Gall *et al.* (1999), com atletas de futebol franceses, porém com resultados diferentes, mostrando a importância de se criar um banco de dados com informações de atletas nacionais.

Mais recentemente, Paixão *et al.* (2004) investigou o perfil das capacidades musculares (pico de torque e potência) de atletas de futebol profissional por meio da avaliação isocinética de flexores e extensores de joelho, considerando as posições dos jogadores no campo de jogo, a idade e o membro dominante. Os autores avaliaram a articulação do joelho na posição sentada em três velocidades: 60°/s (lenta), 180°/s (intermediária) e 300°/s (rápida), no modo

concêntrico, tanto para a extensão quanto para flexão do joelho. Os resultados desse estudo não demonstraram diferenças do torque e da potência em flexores e extensores em relação aos membros dominantes e não dominantes. Com relação à idade, verificou-se declínio do torque e potência, tanto para extensores quanto para flexores. Observou-se ainda, que o torque flexor foi maior nos zagueiros, seguido pelo goleiro, volante, atacante, meio campo e lateral. Já os extensores apresentaram apenas uma inversão entre volante e goleiro, tendo o volante apresentado um torque maior que o goleiro. Quanto a potência, tanto nos flexores os extensores foram maiores nos defensores, seguido pelo ataque e meio campo. Trabalho semelhante foi realizado por Arruda e Rinaldi (1999) em um grupo de jogadores profissionais, os quais encontraram resultados muito próximos aos relatados no estudo anterior.

Kellis (2001) utilizando o dinamômetro isocinético e dois métodos dimensionais matemáticos, avaliou as forças na articulação Tíbio-Femoral de 10 indivíduos durante três movimentos máximos concêntricos e excêntricos em quatro velocidades: 30°/s, 90°/s, 120°/s e 150°/s. Este trabalho concluiu que exercícios isocinéticos dos flexores induzem ao aumento de forças compressivas nesta articulação, especialmente durante a ação excêntrica, onde seus resultados mostram que durante os movimentos concêntricos rápidos as forças compressivas são menores que movimentos mais lentos, enquanto que na ação excêntrica não houve diferença significativa entre as velocidades.

## **3 Objetivos**

---

---

### **3.1 Objetivo geral**

O objetivo do presente estudo foi analisar os parâmetros de avaliação isocinética da musculatura flexora e extensora de joelho em jogadores de futebol da categoria sub-20 pertencente a equipe da Associação Atlética Ponte Preta.

### **3.2 Objetivos específicos**

#### **ESTUDO 1:**

- Comparar os parâmetros de avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores de joelho como: pico de torque, trabalho total, potência máxima e índice de fadiga considerando as posições de jogo;
- Analisar as diferenças entre os membros direito e esquerdo a partir dos parâmetros de avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores de joelho considerando as posições de jogo;

#### **ESTUDO 2:**

- Analisar o comportamento da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho durante o macrociclo de treinamento da temporada de 2001.

## 4 Materiais e métodos

### 4.1 Delineamento do estudo

Esta pesquisa foi subdividida em dois estudos distintos:

**Estudo 1** - As comparações dos parâmetros de avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores de joelho: pico de torque, trabalho total, potência máxima e índice de fadiga, bem como entre os membros direito e esquerdo, foram realizadas em um grupo de setenta e oito atletas de futebol durante a temporada de 2001 e 2002, que foram agrupados de acordo com a posição em campo de jogo (goleiros (GO), n=7; zagueiros (ZA), n=14; laterais (LA), n=16; volantes (VO), n=11; meio campo (MC), n=14; atacantes (AT), n=16).

**Estudo 2** - A análise do comportamento da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho durante o macrociclo de treinamento, foi realizada em um grupo de quinze atletas de futebol que foram avaliados sistematicamente ao longo da temporada de 2001, em quatro momentos distintos, M1, M2, M3 e M4. Vale lembrar que os testes foram realizados sempre ao final de cada período do mesociclo de treino, para isso, foi separada uma semana entre os períodos (figura 1).

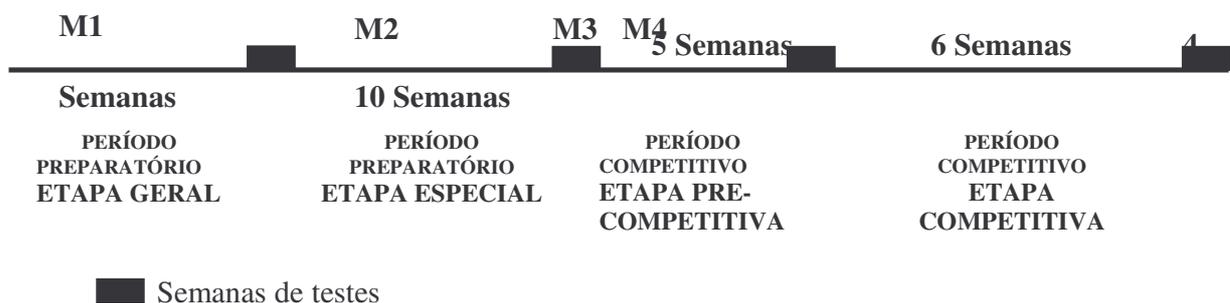


Figura 1. Delineamento do macrociclo de treino.

Os sujeitos envolvidos nos estudos faziam parte da equipe sub-20 da Associação Atlético Ponte Preta, da cidade de Campinas, São Paulo, e tinham idade entre 17 e 20 anos e, tempo de prática na modalidade entre 4 e 6 anos. Os indivíduos, após serem esclarecidos sobre as

finalidades do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da UNICAMP.

## 4.2 Medidas antropométricas

A estatura e a massa corporal total foram mensuradas utilizando-se um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm e uma balança eletrônica Filizolla, com precisão de 0,1 kg, respectivamente. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado mediante a relação entre massa corporal e estatura<sup>2</sup>, sendo a massa corporal expressa em Kg e a estatura em metros.

## 4.3 Mensuração dos parâmetros de avaliação isocinética

Para a avaliação isocinética concêntrica da musculatura flexora e extensora de joelho foi utilizado um dinamômetro isocinético da marca *Cybex*<sup>®</sup> (figura 2), modelo *Norm*<sup>™</sup> 6000 (*CSMI, USA*), seguindo as orientações do manual de padronização, Sistema de Teste e Reabilitação, para posicionamento do sujeito avaliado no dinamômetro isocinético, preparação e calibração do mesmo (*CYBEX, 1994*).

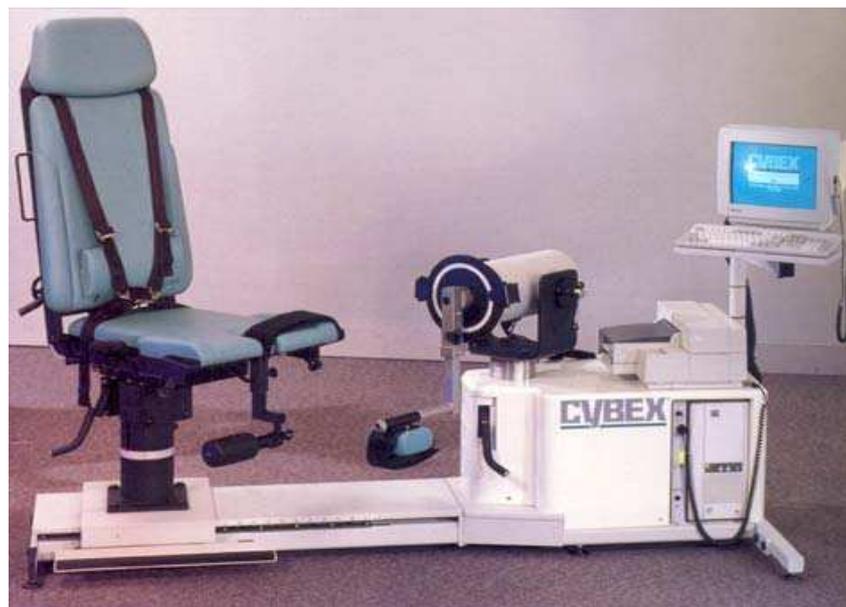


Figura 2. Dinamômetro isocinético *Cybex*<sup>®</sup>.

Os parâmetros isocinéticos foram obtidos por um programa computadorizado (*HUMAC/CYBEX® NORM™, USA*) que permitiu a determinação do pico de torque (PT), trabalho total (TT) e potência máxima (PTM) em relação a massa corporal total (% MC) do avaliado, bem como o índice de fadiga (IF). Os valores de % MC são fornecidos por meio do seguinte cálculo:

$$\%MC = \frac{\text{valor puro do parâmetro} \times 100}{\text{massa corporal total}}$$

Todos os testes foram realizados por um profissional especializado em avaliação isocinética da Clínica de Fisioterapia da UNICID - Universidade Cidade de São Paulo.

O protocolo consistiu inicialmente de um aquecimento de dez minutos em um cicloergômetro mecânico para membros inferiores (*JOHNSON JPC® 5100, UK*) com carga de 0,5 kpm e cadência de pedaladas de 70 rpm, em seguida, os sujeitos realizaram alongamento ativo por dez minutos dos membros inferiores (quadríceps, ísquiotibiais e tríceps sural), musculatura paravertebral, quadrado lombar, e membros superiores. Posteriormente, os indivíduos foram acomodados na cadeira do aparelho, na posição sentada, com inclinação do tronco de aproximadamente 80 graus e as coxas apoiadas no acento. O braço de alavanca do dinamômetro foi posicionado paralelamente à perna do jogador com uma almofada de resistência fixada distalmente, alinhando o eixo do aparelho com o eixo do joelho (figura 3).



Figura 3. Posicionamento do atleta na cadeira do dinamômetro isocinético *Cybex®*.

A estabilização dos atletas na cadeira do dinamômetro foi realizada por meio de cintos fixados no tórax, quadril e coxa do membro a ser testado, ficando o outro membro fixo por um cinto adaptado á cadeira. Em seguida foi realizada correção da força da gravidade para não subestimar o desempenho muscular dos atletas durante a execução a qual atua contra gravidade e, superestimar aqueles favorecidos por ela na posição do teste (PERRIN, 1993).

A avaliação isocinética concêntrica da musculatura flexora e extensora de joelho foi realizada bilateralmente em três séries consecutivas, utilizando-se a seguinte ordem de velocidades: 60%/s, 180%/s e 300%/s, com cinco, cinco, e trinta repetições consecutivas para cada uma das velocidades, respectivamente. O intervalo adotado entre as séries foi de trinta segundos (TERRERI *et al.*, 2001). Para obtenção dos níveis de PT e TT foi adotada a velocidade de 60%/s, e para a PTM e IF a velocidade de 300%/s conforme proposto por Terreri *et al.* (2001). Durante o teste os jogadores foram constantemente estimulados verbalmente, além de receberem retorno visual da atividade do grupo muscular testado por meio do monitor acoplado ao dinamômetro, para que realizassem o máximo de força possível, de maneira que eles tivessem a melhor performance durante o teste, e sem risco de lesão. Após o término dos testes os indivíduos executaram séries de alongamento ativo, na tentativa de relaxar a musculatura, bem como evitar dor tardia.

#### **4.4 Avaliação da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho**

Para análise da relação de equilíbrio muscular concêntrico entre flexores e extensores de joelho (RFE) direito e esquerdo ao longo da temporada, utilizamos os parâmetros de PT obtido a partir de uma série de cinco repetições a uma velocidade de 60%/s, que foi realizada bilateralmente (TERRERI *et al.*, 2001). A escolha do PT se deu pelo fato deste índice ser um indicador de força muscular (KELLIS; BALZPOULOS, 1997; TERRERI *et al.*, 2001), considerando que esta capacidade física é de extrema importância na prática do futebol (SHEPHARD, 1999; REILLY *et al.*, 2000; HOFF; HELGERUD, 2004). Além disso, estudos envolvendo a utilização da relação de equilíbrio agonista/antagonista como indicador de lesão do aparelho locomotor tem empregado amplamente os valores de PT (SHINZATO *et al.*, 1996;

TERRERI, 1999; PINTO; ARRUDA, 2001). Todos os cuidados descritos anteriormente em relação à avaliação isocinética foram tomados durante a realização dos testes.

#### **4.5 Modelo de periodização utilizado no estudo 2**

A preparação física dos atletas foi realizada por meio de periodização em forma de blocos, divididos em três etapas, sendo que em cada uma delas foi dada ênfase a uma capacidade física condicionante (resistência, força e velocidade), seguida de uma etapa de manutenção. Esta periodização foi constituída de um macrociclo com duração de 29 semanas e foi composto inicialmente por um período preparatório o qual foi subdividido em dois mesociclos de treino, etapa geral e etapa especial, respectivamente. A etapa geral foi constituída de um mesociclo com duração de cinco semanas e teve objetivo de desenvolver a resistência em todas as suas formas de manifestação exigidas na prática do futebol como:

- Resistência aeróbia: para treinamento desta capacidade foram realizadas corridas contínuas com distâncias de 4.000 a 5.000 m, corridas intervaladas extensivas com distâncias fixas de 1000 m e volume crescente a cada semana com séries que variaram de quatro a seis, e com intervalo de recuperação estabelecido entre as séries na ordem de 150-180 s. Também foram realizadas corridas intervaladas intensivas com distâncias entre 25 e 200 m e volume crescente semanal que variou de dez a trinta séries com intervalo de recuperação estabelecido entre as séries na ordem de 15-40 s. O treinamento foi executado durante as primeiras três semanas, compreendendo três sessões semanais que foram realizadas em dias alternados;

- Resistência anaeróbia láctica: consistiu-se de um programa de treinamento em circuitos (TC) de dez estações onde os indivíduos realizaram exercícios de saltabilidade, acelerações e *sprints* curtos executados de forma acíclica em diferentes direções (movimentos para frente, lateral e costas) com tempo de execução de até 40 s. O intervalo de recuperação estabelecido entre as execuções das ações motoras nos circuitos foi de 3 min. O TC foi executado durante cinco semanas consecutivas, compreendendo duas sessões semanais que foram realizados em dias alternados. Na primeira e segunda semana os sujeitos fizeram quatro passagens pelo circuito, sendo que na terceira e quarta semanas foram realizadas cinco passagens pelo circuito;

- Resistência de força: foi realizado a partir de programa envolvendo treinamento com pesos (TP), sendo executado durante cinco semanas consecutivas, compreendendo duas sessões semanais que foram realizados em dias alternados. O programa de TP foi composto por quatro exercícios, a saber: flexão do joelho na mesa flexora, extensão do joelho na mesa extensora, extensão do quadril e extensão do Joelho no *leg press* 45° bem como no aparelho de agachamento guiado, e flexão plantar no *leg press*, realizados em forma de circuito (montagem simples). Todos os exercícios foram executados com volume crescente a cada semana de seis a nove séries de dez repetições, e intensidade correspondente a 50 % de uma repetição máxima (1RM). Foi acrescentada uma série de aquecimento de 15 repetições, com intensidade de aproximadamente 25 % da carga a ser utilizada em cada um dos exercícios, na tentativa de favorecer as resposta fisiológicas e neurais aos esforços subseqüentes. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi da ordem de aproximadamente 1:3 (tempo de execução por tempo de recuperação), equivalente a 60-90 s. Por outro lado, o intervalo de transição entre os exercícios foi de 90 a 120 s (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Quanto à etapa especial, está foi composta por um mesociclo de seis semanas que teve o objetivo de desenvolver a força máxima e a força rápida, com o propósito de servir de base para o desenvolvimento da velocidade na próxima etapa. Segue abaixo a descrição de cada treinamento:

- Força máxima: foi executado a partir de programa envolvendo treinamento com pesos (TP), sendo executado durante as três primeiras semanas, compreendendo três sessões semanais que foram realizados em dias alternados. O volume foi crescente a cada semana, com quatro a cinco séries de duas a quatro repetições, e intensidade correspondente a 85 % e 90 % de uma repetição máxima (1RM). Ressalta-se que este treinamento foi antecedido por treinos de saltos pliométricos em profundidade com plintos a uma altura de 40 cm, com volume de quatro a cinco séries de dez saltos;

- Força rápida: foi conduzido a partir de programa envolvendo treinamento com pesos (TP), sendo executado durante as três semanas subseqüentes ao treino de força máxima, compreendendo três sessões semanais que foram realizados em dias alternados. Todos os exercícios foram executados com volume de três séries e dez repetições, e intensidade correspondente a 70 % de uma repetição máxima (1RM).

O TP conduzido durante o treinamento de força máxima e rápida, seguiram as recomendações de Kraemer e Ratamess (2004), e foram compostos por quatro exercícios, a saber: flexão do joelho na mesa flexora, extensão do joelho na mesa extensora, extensão do quadril e extensão do Joelho no *leg press* 45° bem como no aparelho de agachamento guiado, e flexão plantar no *leg press*, realizados em forma de circuito (montagem simples). Foi acrescentada uma série de aquecimento de 15 repetições, com intensidade de aproximadamente 25 % da carga a ser utilizada em cada um dos exercícios, na tentativa de favorecer as resposta fisiológicas e neurais aos esforços subseqüentes. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi da ordem de aproximadamente 1:3 (tempo de execução por tempo de recuperação), equivalente a 60-90 s. Por outro lado, o intervalo de transição entre os exercícios foi de 90 a 120 s (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Ao término do período preparatório iniciou-se o período competitivo o qual foi subdividido em dois mesociclos de treino, etapa pré-competitiva e etapa competitiva, respectivamente. A etapa pré-competitiva foi constituída de um mesociclo com duração de quatro semanas e teve o propósito de desenvolver a velocidade de aceleração e reação, bem como a resistência de *sprint*. Segue abaixo a descrição de cada treinamento:

- Velocidade de aceleração: o treinamento foi constituído de corridas máximas de 10, 20 e 30 m com variações na saída (com indivíduos sentados, em decúbito dorsal, apoiados unilateralmente junto as pontas dos pés e com acentuada inclinação a frente), e volume crescente a cada semana com quatro a seis séries de oito a dez repetições. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi da ordem de 30-90 s.

- Velocidade de reação: o treinamento foi realizado a partir de saltos em profundidade com distâncias de 20 e 40 cm, seguidos de aceleração máxima de 6 a 10 m, e volume de três a cinco séries de oito a doze repetições. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi da ordem de 60-90 s.

- Resistência de *sprint*: o treinamento foi executado por meio de corridas submáximas de curtas distâncias com até 30 m e volume de quatro a cinco séries de seis a dez repetições. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries foi da ordem de aproximadamente 10 s.

Todo os treinos de velocidade foram realizados de forma conjunta com os treinos técnicos utilizando situações exigidas no jogo, buscando adaptar os atletas as situações específicas do desporto.

A etapa competitiva teve início logo após o termino da etapa pré-competitiva. Esta etapa teve duração de dez semanas e objetivou a manutenção dos níveis adquiridos das capacidades física de resistência, força e velocidade, em todas as suas formas de manifestação. Os microciclos de compuseram esta etapa foram constituídos de uma unidade de treinamento complexo que envolveu trabalhos de força e resistência, bem como de treinamento de potência anaeróbia de curta e média duração. Ressalta-se ainda que a cada dois microciclos eram realizados treinamentos da capacidade aeróbia.

#### 4.6 Análise estatística

Para análise dos resultados foi empregado o pacote estatístico Statistica™ 6.0® (STATSOFT INC., USA) de modo que, para cada um dos estudos a análise estatística utilizada foi:

**Estudo 1** - As comparações dos parâmetros de avaliação isocinética: pico de torque, trabalho total, potência média e índice de fadiga, entre as diferentes posições de jogo, bem como entre os membros direito e esquerdo, foram realizadas a partir de estatística não-paramétrica sendo os valores expressos em mediana e semi-amplitude interquartílica. Foi empregada a análise de variância (ANOVA) utilizando o teste *Kruskal-Wallis* de medidas repetidas. A significância estatística adotada foi de  $p < 0,05$ . Quando constatada diferença significativa pela ANOVA empregou-se o teste U de *Mann-Whitney* para a localização das diferenças.

**Estudo 2** - Para análise do comportamento da relação de equilíbrio muscular concêntrico entre flexores e extensores de joelho direito e esquerdo durante o macrociclo de treinamento, foi empregada estatística não-paramétrica sendo seus valores expressos em mediana e semi-amplitude interquartílica. Foi empregada a análise de variância (ANOVA) utilizando o teste *Friedman* de medidas repetidas. A significância estatística adotada foi de  $p < 0,05$ . Quando constatada diferença significativa pela ANOVA empregou-se o teste de *Wilcoxon* para a localização das diferenças.

# 5 Resultados

## 5.1 Estudo 1

### 5.1.1 Dados antropométricos

A tabela 1 apresenta a descrição das características antropométricas dos sujeitos de acordo com a posição de jogo.

**Tabela 1.** Características antropométricas dos sujeitos de acordo com a posição de jogo. Valores expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartilica. (N=78).

	<b>Goleiros n=7</b>	<b>Zagueiros n=14</b>	<b>Laterais n=16</b>	<b>Volantes n=11</b>	<b>M.Campo n=14</b>	<b>Atacantes n=16</b>
<b>Idade (anos)</b>	19,00 $\pm$ 1,00	18,50 $\pm$ 1,00	18,50 $\pm$ 1,00	20,00 $\pm$ 0,50	20,00 $\pm$ 0,50	19,50 $\pm$ 1,00
<b>Massa Corporal (kg)</b>	73,50* $\pm$ 2,00	72,00* $\pm$ 3,00	67,50 $\pm$ 2,50	70,00* $\pm$ 1,00	69,80 $\pm$ 3,00	71,00* $\pm$ 2,00
<b>Estatura (cm)</b>	189,00* <sup>ψ</sup> $\pm$ 1,00	185,00* <sup>†ψ</sup> $\pm$ 0,50	173,00 $\pm$ 0,25	175,00 $\pm$ 0,50	173,00 $\pm$ 1,35	180,25* <sup>oψ</sup> $\pm$ 0,40
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,93 $\pm$ 5,50	21,15 $\pm$ 2,50	22,42 $\pm$ 5,25	23,12 $\pm$ 5,51	22,38 $\pm$ 1,00	22,00 $\pm$ 5,20

\*Diferença estatisticamente significativa em relação ao lateral ( $p < 0,05$ )

<sup>†</sup>Diferença estatisticamente significativa em relação aos goleiros ( $p < 0,05$ )

<sup>o</sup>Diferença estatisticamente significativa em relação aos goleiros e zagueiros ( $p < 0,05$ )

<sup>ψ</sup>Diferença estatisticamente significativa em relação aos volantes e meio campo ( $p < 0,05$ )

Com relação a massa corporal, observamos que os GO, ZA, VO e os AT apresentaram valores significativamente maiores que os LA. No entanto, os GO, ZA, VO, AT, bem como os LA não apresentaram diferenças significantes em relação aos MC.

Podemos constatar, que os GO, ZA e os AT apresentaram estatura significativamente maior que os LA, VO e MC. Observamos ainda, que os GO e ZA apresentaram estatura significativamente maior que os AT. Além disso, os GO se mostraram significativamente maiores que os ZA. Quanto a idade e os valores de IMC, estes não apresentaram diferenças significantes em relação às posições de jogo.

### 5.1.2 Análise dos parâmetros de avaliação isocinética

O pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência máxima (PTM) e o índice de fadiga (IF) dos músculos flexores direito (FD) e esquerdo (FE) do joelho, obtidos pelos jogadores nas diferentes posições de jogo, expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartílica, são demonstrados na tabela 2.

**Tabela 2.** Pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência máxima (PTM) e índice de fadiga (IF) dos músculos flexores direito (FD) e esquerdo (FE) do joelho dos jogadores nas diferentes posições de jogo. Valores expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartílica. (N=78).

	<b>Goleiros n=7</b>	<b>Zagueiros n=14</b>	<b>Laterais n=16</b>	<b>Volantes n=11</b>	<b>M.Campo n=14</b>	<b>Atacantes n=16</b>
<b>FD</b>						
<b>PT (Nm.kg<sup>-1</sup>)</b>	228,37 <sup>ψ</sup>	212,41	241,57*	243,66*	231,50*	257,97*
	$\pm 6,28$	$\pm 34,11$	$\pm 23,16$	$\pm 12,60$	$\pm 21,34$	$\pm 19,68$
<b>TT (J.kg<sup>-1</sup>)</b>	253,44 <sup>ψ</sup>	234,46	268,61*	247,82	270,22*	299,26*
	$\pm 17,83$	$\pm 39,14$	$\pm 23,55$	$\pm 4,22$	$\pm 37,25$	$\pm 23,04$
<b>PTM (W.kg<sup>-1</sup>)</b>	301,46	279,31	304,27	345,21*	285,24	367,95*
	$\pm 77,12$	$\pm 62,93$	$\pm 37,71$	$\pm 20,21$	$\pm 66,16$	$\pm 39,22$
<b>IF (%)</b>	70,40	65,70	70,95 <sup>ψ</sup>	68,90	69,90	64,80
	$\pm 9,60$	$\pm 3,70$	$\pm 3,50$	$\pm 5,15$	$\pm 8,43$	$\pm 6,30$
<b>FE</b>						
<b>PT (Nm.kg<sup>-1</sup>)</b>	228,37	228,57	237,94	230,98	235,01	235,35
	$\pm 6,21$	$\pm 43,43$	$\pm 17,03$	$\pm 15,55$	$\pm 24,45$	$\pm 23,97$
<b>TT (J.kg<sup>-1</sup>)</b>	253,51	245,28	261,35	240,84	253,62	261,09
	$\pm 13,75$	$\pm 51,20$	$\pm 19,17$	$\pm 18,97$	$\pm 40,86$	$\pm 10,78$
<b>PTM (W.kg<sup>-1</sup>)</b>	292,07	300,07	295,06	292,00	290,61	313,72
	$\pm 43,78$	$\pm 46,88$	$\pm 36,66$	$\pm 14,05$	$\pm 59,29$	$\pm 48,49$
<b>IF (%)</b>	67,90	65,15	72,50 <sup>ψ</sup>	70,80	68,60	65,65
	$\pm 2,30$	$\pm 3,85$	$\pm 2,50$	$\pm 1,95$	$\pm 11,29$	$\pm 8,75$

\*Diferença estatisticamente significativa em relação ao zagueiro (p<0,05)

<sup>ψ</sup>Diferença estatisticamente significativa em relação ao atacante (p<0,05)

Foi constatado que o PT dos músculos FD do joelho dos ZA foi significativamente menor que a observada para os jogadores das outras posições (LA, VO, MC e AT). Em adição, verificou-se que o PT dos músculos FD do joelho dos AT foi significativamente maior que os dos GO. Resultados semelhantes foram encontrados para o TT dos músculos FD do joelho, tendo os ZA apresentado valores significativamente menores que o restante dos jogadores

(LA, MC e AT), e os AT demonstrando valores significativamente maiores que os GO. Com relação a PTM dos músculos FD do joelho, observamos que esta foi significativamente maior para os VO e AT quando comparada aos ZA. Quanto aos valores de IF dos músculos FD do joelho, esses se mostraram significativamente superiores nos LA quando comparados aos AT.

Nenhuma diferença significativa foi observada entre as diferentes posições de jogo para os parâmetros PT, TT e PTM dos músculos FE do joelho. Contudo pode-se verificar que os valores de IF dos músculos FE do joelho dos LA foram significativamente maiores que os observados nos AT.

Com relação aos parâmetros de avaliação isocinética dos músculos flexores do joelho, PT, TT, PTM e IF quando comparados os membros direito e esquerdo, não foram constatadas diferenças significantes entre ambos, em todas as posições de jogo ( $p>0,05$ ).

A tabela 3 apresenta os valores de pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência máxima (PTM) e o índice de fadiga (IF) dos músculos extensores direito (ED) e esquerdo (EE) do joelho, obtidos pelos jogadores nas diferentes posições de jogo, expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartilica.

Não foram encontradas diferenças significantes entre as diferentes posições de jogo para os parâmetros PT e TT dos músculos ED do joelho. Entretanto, foi constatado que a PTM dos músculos ED do joelho dos GO foi significativamente inferior a observada nos jogadores das outras posições (ZA, LA, VO, MC e AT). Constatou-se ainda, que o IF dos músculos ED do joelho nos ZA, LA, VO, MC e AT foram significativamente superiores aos obtidos pelos GO. Quanto os valores alcançados nos parâmetros PT, TT e PTM dos músculos EE do joelho, nenhuma diferença significativa foi observada entre as diferentes posições de jogo. Embora tenha sido constatado que o IF dos músculos EE do joelho dos ZA, LA, VO, MC e AT foram significativamente superiores aos obtidos pelos GO.

Com relação aos parâmetros de avaliação isocinética dos músculos extensores do joelho, PT, TT, PTM e IF quando comparados os membros direito e esquerdo, não foram constatadas diferenças significantes entre ambos, em todas as posições de jogo ( $p>0,05$ ).

**Tabela 3.** Pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência máxima (PTM) e índice de fadiga (IF) dos músculos extensores direito (ED) e esquerdo (EE) do joelho dos jogadores nas diferentes posições de jogo. Valores expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartílica. (N=78).

	<b>Goleiros n=7</b>	<b>Zagueiros n=14</b>	<b>Laterais n=16</b>	<b>Volantes n=11</b>	<b>M.Campo n=14</b>	<b>Atacantes n=16</b>
<b>ED</b>						
<b>PT (Nm.kg<sup>-1</sup>)</b>	378,10 $\pm$ 9,33	378,49 $\pm$ 35,43	379,48 $\pm$ 30,76	388,73 $\pm$ 18,30	377,55 $\pm$ 19,01	394,67 $\pm$ 31,16
<b>TT (J.kg<sup>-1</sup>)</b>	371,38 $\pm$ 24,12	373,85 $\pm$ 33,71	371,53 $\pm$ 22,98	384,05 $\pm$ 9,46	372,00 $\pm$ 25,50	395,83 $\pm$ 30,85
<b>PTM (W.kg<sup>-1</sup>)</b>	410,70 $\pm$ 19,12	464,86* $\pm$ 40,09	457,85* $\pm$ 43,14	463,33* $\pm$ 35,96	462,71* $\pm$ 36,16	488,97* $\pm$ 31,37
<b>IF (%)</b>	77,25 $\pm$ 4,15	71,50* $\pm$ 3,25	72,00* $\pm$ 2,00	72,20* $\pm$ 3,60	69,40* $\pm$ 2,95	69,35* $\pm$ 3,00
<b>EE</b>						
<b>PT (Nm.kg<sup>-1</sup>)</b>	368,47 $\pm$ 9,62	379,06 $\pm$ 21,65	377,52 $\pm$ 10,23	384,50 $\pm$ 22,30	364,32 $\pm$ 20,32	374,72 $\pm$ 35,73
<b>TT (J.kg<sup>-1</sup>)</b>	359,09 $\pm$ 36,45	379,71 $\pm$ 40,99	372,47 $\pm$ 15,19	384,14 $\pm$ 10,33	360,28 $\pm$ 26,25	365,88 $\pm$ 21,11
<b>PTM (W.kg<sup>-1</sup>)</b>	434,55 $\pm$ 40,82	479,83 $\pm$ 75,28	461,89 $\pm$ 20,58	447,46 $\pm$ 13,37	464,92 $\pm$ 42,14	457,83 $\pm$ 31,02
<b>IF (%)</b>	76,90 $\pm$ 4,80	71,75* $\pm$ 2,50	71,70* $\pm$ 2,60	72,20* $\pm$ 1,90	71,55* $\pm$ 2,45	68,70* $\pm$ 3,62

\*Diferença estatisticamente significativa em relação ao goleiro ( $p < 0,05$ )

## 5.2 Estudo 2

### 5.2.1 Dados antropométricos

A tabela 4 apresenta as características antropométricas dos sujeitos estudados.

**Tabela 4.** Características antropométricas dos sujeitos estudados. Valores expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartílica. (N=15).

	<b>Mediana</b>	<b>Semi-amplitude interquartílica</b>
<b>Idade (anos)</b>	19,06	1,00
<b>Massa Corporal (kg)</b>	68,00	2,00
<b>Estatura (cm)</b>	177,00	2,00
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,50	1,00

### 5.2.2 Análise da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho

Na tabela 5 são apresentados os valores expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartílica da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho (RFE) direito e esquerdo relacionado ao pico de torque (PT) obtido nos diferentes momentos da temporada.

Quanto à análise da RFE do joelho direito, considerando os valores de PT durante a temporada de 2001, verificamos aumento significativo entre o M1 e o M2 (~7%). Ressalta-se que o aumento observado anteriormente se manteve, quando comparamos os valores obtidos no M1 e M3 (~7%). Contudo, os valores verificados no M4 não apresentaram diferenças significantes em relação ao momento inicial (M1), o que indica uma queda na RFE do joelho direito após o M3 do estudo.

**Tabela 5.** Relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho (RFE) direito e esquerdo relacionado ao pico de torque (PT) obtido nos diferentes momentos da temporada. Valores expressos em mediana  $\pm$  semi-amplitude interquartílica. (N=15).

	M1	M2	M3	M4
<b>RFE</b>	63,06	67,42*	67,37*	65,96
<b>Direito</b>	$\pm 4,64$	$\pm 5,62$	$\pm 5,03$	$\pm 7,53$
<b>RFE</b>	61,54	65,18*	65,45*	64,09
<b>Esquerdo</b>	$\pm 4,78$	$\pm 5,61$	$\pm 4,53$	$\pm 4,79$

\*Diferença estatisticamente significativa em relação ao M1 ( $p < 0,05$ ).

Do mesmo modo, quando analisada a RFE do joelho esquerdo a partir dos valores de PT obtidos nos diferentes momentos da temporada de 2001, foi constatado aumento significativo do M1 para o M2 (~6%). Este aumento foi mantido quando comparados os valores de M1 e M3 (~6%), contudo os valores de RFE do joelho esquerdo, encontrados no M4 não foram significativamente diferentes em relação ao momento inicial (M1). Como observado anteriormente para a RFE do joelho direito, isso indica uma queda na RFE do joelho esquerdo após o M3 do estudo.

## **6 Discussão**

Diante da necessidade de utilizar parâmetros de avaliação cada vez mais eficientes com o propósito de se conhecer melhor as exigências requeridas dos jogadores de futebol nas diferentes posições em campo de jogo, bem como de índices capazes de possibilitar monitorização do treinamento de força dentro de um macrociclo de treinamento, a presente pesquisa foi subdividida em dois estudos distintos, estudo 1 e 2. O estudo 1 teve como propósito comparar os parâmetros de avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores de joelho, pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência máxima (PTM) e índice de fadiga e (IF) considerando as posições de jogo e, analisar as diferenças entre os membros direito e esquerdo a partir dos parâmetros de avaliação isocinética. Quanto ao estudo 2, este teve a finalidade de analisar o comportamento da relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores de joelho durante o macrociclo de treinamento da temporada de 2001.

Inicialmente serão apresentados os resultados obtidos no estudo 1. Os parâmetros antropométricos demonstram que os sujeitos apresentam IMC semelhantes entre si, com valores dentro daqueles esperados para jogadores desta categoria (SILVA *et al.*, 1997).

Entretanto, em relação a massa corporal, observamos que os GO, ZA, VO e AT apresentam valores semelhantes entre si e, maiores que os LA, indicando como característica destas posições maior massa corporal, que pode ser explicado pelo menos em parte pela maior estatura observada nos jogadores das respectivas posições. Resultados semelhantes são descritos por Silva *et al.* (1997) e Souza (1999) os quais encontram maiores valores de massa corporal e estatura para os jogadores nas posições de GO, ZA, VO e AT.

Quanto aos parâmetros de avaliação isocinética, o presente estudo constatou que o PT dos músculos FD do joelho dos ZA foi significativamente menor que os LA, VO, MC e AT. Observamos ainda, que o PT nos AT foi maior que nos GO. Contrapondo esses resultados, Paixão *et al.* (2004) investigando um grupo de oitenta e oito jogadores profissionais de equipes brasileiras pertencentes a primeira divisão do campeonato nacional verificaram que os ZA apresentaram valores de PT de flexores direito significativamente maiores que os LA, MC e AT. Além disso, os AT obtiveram valores referentes ao PT de FD similares aos dos GO. Em adição, verificou-se que o comportamento do PT de FE foi semelhante ao observado no FD. Esses

achados têm sido confirmados por estudos anteriores, os quais tem atribuído os maiores valores de PT dos ZA a maior contribuição do sistema anaeróbio para a obtenção de energia, ao passo que em jogadores como os LA e MC têm-se uma maior contribuição energética do sistema aeróbio (ARRUDA; RINALDI, 1999; SILVA, 2000; ARRUDA; PINTO2001; STOLEN *et al.*, 2005).

Observou-se ainda no presente experimento que a PTM dos músculos FD do joelho foram significativamente maiores para os VO e AT comparados aos ZA. Ainda em relação aos músculos FD do joelho, os valores de TT dos ZA apresentaram valores significativamente menores que o restante dos jogadores, tendo apenas os AT apresentado valores significativamente maiores que os GO. Quanto aos valores de IF dos músculos FD do joelho, esses se mostraram significativamente superiores nos LA comparados aos AT.

Em adição, não foram encontradas diferenças significantes entre as posições de jogo para os parâmetros PT, TT e PTM dos músculos FE do joelho. Contudo, apenas os valores de IF dos músculos FE do joelho dos LA foram significativamente maiores que os observados nos AT.

Semelhantes aos nossos achados, alguns estudos envolvendo análise da potência de flexores dos membros inferior direito e esquerdo não tem encontrado diferenças significantes entre as posições em campo de jogo (SILVA, 2000; ARRUDA; PINTO, 2001). Vale lembrar que não foram encontrados trabalhos na literatura que apresentassem análise comparativa dos parâmetros de TT e IF em relação ao posicionamento dentro do campo de jogo, o que limita as comparações para esses parâmetros.

Quando analisados os músculos ED e EE de joelho em relação aos parâmetros isocinéticos de PT e TT, não foram encontradas diferenças significantes entre as diferentes posições de jogo. Em relação aos valores de PTM dos músculos ED do joelho, os GO apresentaram valores significativamente inferiores aos apresentados pelos jogadores das demais posições, bem como apresentaram valores de IF dos músculos ED do joelho maiores que os ZA, LA, VO, MC e AT. Em contra partida a PTM dos músculos EE do joelho, não foram significativamente diferentes entre as posições. Entretanto o IF dos músculos EE do joelho dos ZA, LA, VO, MC e AT foi superiores aos obtidos pelos GO.

Diferentemente dos nossos resultados Paixão *et al.* (2004), verificaram que o PT de ED e EE é maior nos ZA e GO comparado aos AT, LA e MC. Verificaram ainda que os AT,

VO e ZA apresentam maior PT no membro inferior direito, enquanto que nos LA e MC os maiores valores de PT foram observados no membro inferior esquerdo. Este mesmo comportamento é relatado para os valores de PTM em ambos os membros.

Quando comparados os membros direito e esquerdo em relação aos valores de PT, TT, PTM e IF dos músculos flexores e extensores do joelho, não encontramos nenhuma diferença significativa entre ambos os lados, para todas as posições de jogo. Esse comportamento também foi verificado por outros autores, os quais tem sugerido que isto ocorre devido à compensação induzida pelo próprio treinamento que na maioria das vezes envolve movimentos que solicitam os dois membros de forma similar evitando assim desequilíbrios musculares entre eles (SILVA, 2000; ARRUDA; PINTO, 2001). Esta semelhança entre o lado dominante e não dominante quando não existem lesões tem sido confirmado por outros autores em diferentes esportes (MENOSSI *et al.*, 2005).

A partir dos resultados obtidos em nossa investigação já relatados anteriormente, sugere-se que para sujeitos pertencentes à categoria sub-20, os valores dos parâmetros isocinéticos analisados não se diferenciam em relação as posições de jogo, uma vez que a dinâmica de jogo nesta categoria é diferente a de uma equipe profissional, em particular, observa-se que os atletas dessa categoria não respeitam as funções e determinações táticas o que contribui para possíveis diferenças nas solicitações metabólicas e fisiológicas durante uma partida de futebol, tornando difícil a caracterização dos jogadores por posição.

Os resultados obtidos no estudo 2 são apresentados a seguir. A determinação da existência ou não de desequilíbrio muscular tem sido sugerido como forma de ajudar a prevenir lesões nos atletas de futebol. O desequilíbrio muscular é definido como sendo a alteração da relação de torque entre as musculaturas agonista e antagonista de um mesmo membro (SHINZATO; BATTISTELA, 1996).

Além disso, a utilização deste índice é de grande importância na monitorização do treinamento de força dentro de um macrociclo de treinamento, o que possibilita maior adequação dos parâmetros de força durante a competição (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Não encontramos na literatura nenhum estudo longitudinal que se propusesse a estudar este parâmetro por um longo período de tempo no futebol. Os estudos existentes trazem apenas resultados obtidos a partir de análises transversais.

Considerando os valores de PT da RFE do joelho direito e esquerdo durante a temporada de 2001, verificamos aumento significativo de ~7 % e ~6 % respectivamente, entre o M1 e o M2, o qual se manteve até o M3 (~7% e ~6 %, respectivamente). Entretanto, foi verificado a partir dos valores obtidos no M4 uma queda na RFE do joelho direito e esquerdo após o M3 do estudo.

Em estudo de Pinto e Arruda (2001) que envolveu atletas de futebol profissional brasileiros, foi observado um torque extensor/flexor de 57,57 %. Resultados semelhantes foram demonstrados por Zakas (1995) que avaliou um grupo de jogadores de futebol da Grécia e apresentou um torque extensor/flexor de 62 %. Valores esses bem próximos aos encontrados na presente investigação.

Corroborando com nossos achados, um estudo longitudinal de Oliveira *et al.* (2004) realizado com atletas saltadores com vara do sexo masculino e feminino que procurou analisar o desequilíbrio agonista e antagonista nos diferentes períodos de treinamento (introdutório, competitivo e de transição), verificou que as médias masculinas de RFE do joelho direito e esquerdo aumentaram ao final do período introdutório. Este mesmo comportamento foi observado para os indivíduos do sexo feminino. Vale ressaltar que o treinamento teve início a partir de exercícios para ganho força, passando gradativamente para um treinamento visando a velocidade, ambos constituíram a fase introdutória. Ressalta-se ainda que, tanto os atletas do sexo masculino quanto feminino, apresentaram um decréscimo de força no período competitivo e transitório.

Diante desses achados e aos encontrados na presente investigação, sugere-se que este índice parece ser sensível às modificações oriundas do treinamento, tornando assim um valioso instrumento de monitorização do treinamento de força dentro de um macrociclo de treinamento. Observamos ainda, a necessidade da manutenção dos trabalhos de força ao longo do macrociclo, uma vez que, quando reduzidos os trabalhos de força a RFE apresentou queda, particularmente na fase competitiva, o que pode comprometer o desempenho. Isso deixa evidente que o trabalho de força realizado nos períodos preparatório e pré-competitivo não foram suficientes em sustentar os níveis de força durante a fase competitiva.

## **7 Conclusão**

A partir dos resultados apresentados em nosso estudo foi possível concluir, que as diferenças entre as posições de jogo para os parâmetros isocinéticos PT, TT, PTM e IF não são determinantes para caracterização dos jogadores por posição, uma vez que os atletas investigados apresentaram homogeneidade em relação aos valores obtidos para os parâmetros relatados anteriormente, o que pode ser explicado pelo fato de os atletas dessa categoria não respeitarem as funções e determinações táticas o que contribui para possíveis diferenças nas solicitações metabólicas e fisiológicas durante a partida de futebol.

Conclui-se ainda, a partir da comparação entre membros direito e esquerdo, que os valores de PT, TT, PTM e IF dos músculos flexores e extensores do joelho nas diferentes posições de jogo foram semelhantes, o que parece ter ocorrido como consequência da compensação induzida pelo treinamento.

Quanto à relação de equilíbrio muscular entre flexores e extensores, esta demonstrou ser sensível as modificações oriundas do treinamento. Por fim, o trabalho de força conduzido ao longo da temporada de 2001 não foi suficiente para manter os níveis de força elevados durante a fase competitiva, o que sugere a manutenção dos trabalhos de força mesmo na fase competitiva.

## Referências

ANANIAS, G.E.O.; KOKUBUM, E.; MOLINA, R.; SILVA, P.R.S.; CORDEIRO, J.R. Capacidade funcional, desempenho e solicitação metabólica em futebolistas profissionais durante situação real de jogo monitorados por análise cinematográfica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.4, n.3, p.87-95, 1998.

ANASTASIADIS, S.; ANOGEIANAKI, A.; ANOGIANAKIS, G.; KOUTSONIKOLAS, D.; KOUTSONIKOLA, P. Real time estimation of physical activity and physiological performance reserves of players during a game of soccer. **Studies Health Technology Information**, v.98, p.13-5, 2004.

ANDREWS, R. J.; HARRELSON, L. G.; WILK, E. K. **Physical Rehabilitation of the Injured Athlete**, 2 ed. USA, Saunders Company, 1998.

ARRUDA, M.; RINALDI, W. Utilização da potência muscular no futebol: um estudo da especificidade em jogadores de diferentes posições. **Revista Treinamento Desportivo**, v.4, n.3, p.35-42, 1999.

ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. **Textbook of Work Physiology**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

BALIKIAN, P.; LOURENÇÃO, A.; RIBEIRO, L.F.P.; FESTUCCIA, W.T.L.; NEIVA, C.M. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, n.2, p.32-6, 2002.

BANGSBO J. The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiologica Scandinavica Supplementum**, v.619, p. 1-155, 1994.

- BANGSBO, J.; NØRREGAARD, L.; THORSØE, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal Sports Science**, v.16, p.110-116, 1991.
- BANKOFF, A.D.P.; MORAES, A.C.; PELLEGRINOTTI, I.L.; GALDI, E.H.G. Study of the Explosive Strength of the Rectus Femoris Muscle Using Eletromyography. **Eletromyography and Clinical Neurophysiology**, v.40, n.6, p.351-56, 2000.
- BARBANTI, V.J. **Treinamento desportivo: bases científicas**. 3ed., São Paulo: CRL Balieiro, 1996.
- BASSET JR., D.R.; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine & Science in Sports and Exercise**, v.32, n.1, p.70-84, 2000.
- BOGDANIS, G.C.; NEVILL, M.E.; BOOBIS, L.H.; LAKOMY, H.K.A. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.80, n.3, p.876-84, 1996.
- BOSCO, C.; VIITASALO, J.K. Potentiation of myoelectrical activity of human muscles in vertical jumps. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, v. 22, p.549-62, 1982.
- CABRI, J.; DEPROFT, W.; DEFOUR, W.; CLARYS, R. Influence of strength training on soccer players. **Review Science & Football**, v.4, p.17-21, 1991.
- CAMERON, M.; ADAMS, R.; MAHER, C. Motor control and strength as predictors of hamstrings injury in elite plyers of Australian Football. **Physical Therapy in Sports**, v.4, p.159-66, 2003.
- CAMPBELL, D.C.; GLENN, W. Rehabilitation of knee flexor and knee extensor muscle strength in patients with meniscetomies, ligamentous repairs and condromalacia. **Physical Therapy**, v.62, n.11, p.10-5, 1982.

CASTAGNA, C.A.G.; D'OTTAVIO, S. The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.16, p.623-27, 2002.

CLANTON, T.O.; COUPE, K.J. Hamstring Strain in Athletes: Diagnosis and Treatment. **American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v.6, n.4, p.237-48, 1998.

DVIR, Z. **Isokinetics- muscle testing, interpretation and clinical applications**. 2° ed. Churchill: Livingstone, 1995.

EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Medicine**, v.3, p.50-60, 1986.

FERNER, R., STAUBERAND, J. **SOBOTTA: Atlas de anatomia**, 19 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

GAITANOS, G.C.; WILLIAMS, C.; BOOBIS, L.H.; BROOKS, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.75, n.2, p.712-19, 1993.

GAUFIN, J.E.; TROPP, H. Improvement of vertical jump performance in soccer players after specific training. **Journal of Human Movement Studies**, v.15, p.185-90, 1988.

GLEESON, P. N.; REILLY, T.; MERCER, T. H.; RAKOWSKI, S.; REES D. Influence of acute endurance activity on leg neuromuscular and musculoskeletal performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.30, n.4, p.596-608, 1998.

GODIK, M.A. **Futebol: Preparação dos futebolistas de alto nível**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1996.

GOMES, A.C. **Treinamento desportivo: estruturação e periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GRACE, T.G.; SWEETSER, E.R.; NELSON, M.A.; YDENS, L.R.; SKIPPER B.J. Isokinetic muscle imbalance and Knee joint injuries. **Journal Bone Joint Surgery**, v.66, p.734-40, 1984.

GREVE, J.M.D.; TERRERI, A.S.T.; PLAPLER, P.G. Avaliação do torque isocinetico flexor e extensor de tronco em atletas e sedentários normais. **Revista do Hospital das Clínica da Faculdade de Medicina de São Paulo**, v.52, p.154-7, 1997.

GRIFFIN, W.J.; TOOMS, E R.; ZWAAG, V.R.; BERTORINI, E.T.; O'TOOLE, L.M. Eccentric muscle performance of elbow and knee muscle groups in untrained men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, n.8, p.936-44, 1993.

HALL, J.S. **Biomecânica Básica**. 3° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases Biomecânicas do Movimento**, 1° ed., São Paulo: Guanabara Koogan, 1999.

HARILAINEN, A.; ALARANTA, H.; SANDELIN, J.; VANHANEN, I. Good muscle performance does not compensate instability symptoms in chronic anterior cruciate ligament deficiency. **Knee Surgeons Sports Traumatology Arthroscopy**, v.3, p.135-7, 1995.

HISLOP, H.J.; PIERRE, J.J. The isokinetic concept of exercise. **Physiotherapy Therapy**, v.47, p.114-7, 1967.

HOFF, J.; HELGERUD, J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. **Sports Medicine**, v.34p.165-80, 2004.

JORGE, M.; HULL, M.L. Analysis of EMG measurements during bicycle pedalling. **The Journal of Biomechanics**, v. 19, p. 683-694, 1986.

KAWABATA, Y.; SENDA, M.; OKA, T.; YAGATA, Y.; TAKAHARA Y.; NAGASHIMA, H.; INOUE, H. Measurement of fatigue in knee flexor and extensor muscles. **Acta Medica Okayama**, v.54, n.2, p.85-90, 2000.

KELLIS, E.; BALZOPoulos, V. The effects of the antagonist moment on the resultant knee joint moment during isokinetic testing of the knee extensors. **European Journal Applied Physiology**, v.76, p.253-59, 1997.

KELLIS, E. Tibio Femoral joint forces during maximal isokinetic eccentric and concentric efforts of the knee flexors, **Clinical Biomechanics**, v.16, p.229-36, 2001.

KISNER, C.; COLBY, L.A. **Exercícios Terapêuticos, Fundamentos e Técnicas**. São Paulo:Manole, 1998.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.36, n.4, p.674-88, 2004.

KUJALA, U. M.; ORAVA, S.; JARVINEN, M. Hamstring Injuries, Current trends in treatment and Prevention. **Sports Medicine**, v.23, n.6, p.397-404, 1997.

LE GALL, F.; LAURENT, T.; ROCHCONGAR, P., Évolution de la force musculaire des fléchisseurs et extenseurs du genou mesurée par dynamomètre isocinétique concentrique chez le footballeur de haut niveau. **Science & Sports**, v.14, p.167-72, 1999.

MANN, R.A.; MORAN, G.T.; DOUGHERTY, S.E. Comparative electromyography of the lower extremity of jogging, running, and sprinting. **American Journal of Sports Medicine**, v.14, p.501-10, 1986.

MENOSSE, B.R.S.; BERNARDELLI JUNIOR, R.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T. The evaluation of the isokinetic strength on shoulders of sedentary youngsters, swimming and volleyball athletes. **FIEP bulletin**, v. 75, p.56-60, 2005.

MENOSSEI, B.R.S. Protocolo de avaliação de força muscular em ombros de sedentários e atletas utilizando dinamômetro isocinético. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física, 2005.

MANSO, J.M.G.; VALDIVIELSO, M.N.; CABALLERO, J.A.R. **Planificación del entrenamiento deportivo**. Madri: Gymnos editorial, 1996.

MATVEEV, L.P. **Preparação desportiva**. São Paulo: FMU, 1996.

MURRAY, S.M.; WARREN, R.F.; OTIS, J.C.; KROLL, M.; WICKIEWICZ, T.L. Torque velocity relationships of the knee extensor and flexor muscles in individuals sustaining injuries of the anterior cruciate ligament. **American Journal of Sports Medicine**, v.12, p436-40, 1984.

OLIVEIRA, F.S.; FELIPE, V.A.A.; PINTO, S.S. Análise evolutiva dos parâmetros isocinéticos da musculatura flexora e extensora de joelho dos atletas saltadores com vara. **Revista de Fisioterapia da UNICID**, v.3, n.1, p.7-16, 2004.

OSTERNIG, L.R. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. **Exercise and Sports Science**, v.14, p.45-80, 1986.

OSTERNIG, R.L.; JAMES, R.C.; BERCADES, T.D. Eccentric knee flexor torque following anterior cruciate ligament surgery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, n.10, p.1229-34, 1996.

PAIXÃO, D.O.; AKUTSU, M.L.S.; PINTO, S.S. Avaliação isocinética da média de torque e potência em flexores e extensores de joelhos relacionando o posicionamento em campo, idade e membro dominante em atletas de futebol profissional. **Reabilitar**, v.24, n.6, p.10-20, 2004.

PARKKARI, J.; KUJALA, M.U.; KANNUS, P. Is it Possible to Prevent Sports Injuries? Review of Controlled Clinical Trials and Recommendations for Future Work. **Sports Medicine**, v.31, n.14, p.985-95, 2001.

PERRIN, H. D. **Isokinetic Exercise and Assessment**, Human Kinetics Publishers, 1993.

PINTO, S.S.; ARRUDA, C.A. Avaliação isocinética de flexores e extensores de joelho em atletas de futebol profissional. **Fisioterapia em Movimento**, v.13, n.2, p.37-43, 2001.

RASCH, P.J.; BURKE, R. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. 5ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

REILLY, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Science**, v.15, p.257-63, 1997.

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Science**, v.18, p.669-83. 2000

RON, J.; BOBBERT, F.M.; SCHENAU, I.J.G. Function of mono- and biarticular muscles in running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.4, p.1163-73, 1993.

SANTI, C.; PINTO, S.S. Comparação entre o torque máximo de extensores de joelho de atletas de competição do vôlei, basquete e futebol com o gesto de saltar, por meio da avaliação isocinética. **Fisioterapia em Movimento**, v.17, n.3, p.11-7, 2004.

SHEPHARD, R.J. Biology and medicine of soccer: an update. **Journal of Sports Science**, v.17, p.757-86, 1999.

SHINZATO, T.G.; BATTISTELA, R.L. Exercício Isocinético-Sua utilização para Avaliação e Reabilitação Músculo-Esquelética. **Revista Âmbito Medicina Desportiva**, v.1, p.11-18, 1996.

SHINZATO, G.T.; VASCONCELOS, J.C.P.; OGAWA, C.T.; SAMPAIO, I.C.S.P.; GONÇALVES, A.; NEVES, E.M. Protocolo de avaliação funcional de joelho em patologias ortopédicas. **Acta Fisiatrica**, v.3, p.30-6, 1996.

SILVA, S.G.; PEREIRA, J.L.; KAISS, L.; KULAITIS, A.; SILVA, M. Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol. **Revista Treinamento Desportivo**, v.3, n.2, p.35-9, 1997.

SOUZA, J. Variáveis antropométricas, metabólicas e neuromotoras de jogadores de futebol das categorias mirim, infantil, juvenil e júnior e em relação à posição de jogo: um estudo comparativo. **Revista Treinamento Desportivo**, v.4, n.3, p.43-8, 1999.

SPRIET, L.L. Anaerobic metabolism during high intensity exercise. In: HARGREAVES, M., eds. **Exercise metabolism**. Champaign: Human Kinetics, 1995. p.1-39.

STAFFORD, M.G.; GRANA, W.A. Hamstrings/quadriceps rations in college football players: A high velocity evaluation. **American Journal of Sports Medicine**, v.12, p.209-11, 1984.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C. WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**, v.35, n.6, p.501-36, 2005.

TERRERI, A.S.; AMBROSIO, M.A.; PEDRINELLI, A.; ALBUQUERQUE, R.F.M.; ANDRUSAITIS, F.; GREVE, J.M.D.; CARAZZATO, J.G.; AMATUZZI M.M. Isokinetic assessment of the flexor-extensorbalance in atheletes with total rupture of the anterior cruciate ligament. **Revista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo**, v.54, p.53-60, 1999.

TERRERI, A.S.; GREVE, M.D.J.; AMATUZZI, M.M. Avaliação Isocinética no joelho do atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.7, n.2, p.62-6, 2001.

TIBONE, J.E.; ANTICH, T.J.; FANTON, G.S.; MOYNES, D.R.; PERRY, J. Functional analysis anterior cruciate ligament instability. **American Journal of Sports Medicine**, v.14, p.276-84, 1988.

TRUMP, M.E.; HEIGENHAUSER, J.F.; PUTMAN, C.T.; SPRIET, L.L. Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. **Journal of Applied Physiology**, v.80, n.5, p.1574-80, 1996.

TURL, S.; GEORGE, K. Adverse neural tension: A factor in repetitive hamstring strains. **Journal Orthopaedics Sports Physiotherapy**. v.27, n.1, p.16-21, 1998.

WATKINS, M.P.; HARRIS, B.A.; WENDER, S.; ZARINS, B.; ROWE, C.R. Effect of patellectomy on the function of the quadriceps and hamstrings. **Journal Bone Joint Surgery**, v.65, n.3, p.390-95, 1983.

WEINECK, J. **Anatomia aplicada ao esporte**, 3ed., São Paulo:Manole, 1986.

WEINECK, J. **Futebol Total: O treinamento físico no futebol**. São Paulo: Phorte, 2000.

WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign: Human Kinetics, 1995.

ZAKAS, E.A. Peak torque of quadriceps and hamstring muscles in basketball and soccer players of different divisions. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.35, p.199-205, 1995.