Felipe Piovesana Araújo

COMPARAÇÃO ENTRE A FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA MEDIDA EM PARTIDAS OFICIAIS DE FUTEBOL E EM TESTES MÁXIMOS

Belo Horizonte - MG

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2011

Felipe Piovesana Araújo

COMPARAÇÃO ENTRE A FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA MEDIDA EM PARTIDAS OFICIAIS DE FUTEBOL E EM TESTES MÁXIMOS

Monografia entregue ao Departamento de Esportes da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami-Garcia
Co-orientador: Mestrando Adriano Lima Alves

Belo Horizonte - MG

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2011

AGRADECIMENTOS

Correndo o imenso risco de cometer injustiças, inicio aqui o agradecimento a todos aqueles que foram importantes nesses três anos e meio de aprendizados, conquistas e trabalhos.

Agradeço primeiramente a Deus, pela condição de correr atrás de tudo aquilo que me proponho a buscar.

Ao meu orientador pela extrema boa vontade e receptividade a me orientar.

Ao meu co-orientador, por toda a atenção desde o início do processo, me oferecendo ajuda e optando por me ceder tanto do seu corrido tempo, mesmo tendo que se preocupar com nada menos do que um mestrado a defender.

Agradeço a toda minha família: mãe, pai, irmã e avô, pelo apoio e confiança, para cada uma das loucuras que invento de vez em quando, e por todos os cuidados e preocupações, exagerados ou não, que com certeza só tenho a agradecer.

Agradeço a minha namorada, que me acompanhou durante todo meu período de graduação, por todo carinho e amor, e por nunca ter deixado de me dar força nos momentos em que não sabia nem por onde começar, além de sempre me apoiar e tranqüilizar nos momentos em que tudo parecia que daria errado.

A todos os meus amigos, tanto aqueles que me acompanham desde longa data, que mesmo que sumam por um tempo sabemos que podemos sempre contar, quanto aos inúmeros amigos que fiz em nossa Escola, aos quais nem me atrevo a citar nomes, evitando injustiças. Afirmo, porém que esse agradecimento se estende a todos aqueles que dividiram comigo dos mais fáceis aos mais difíceis trabalhos acadêmicos, todos aqueles que estiveram comigo em sala de aula, aos muitos membros do LAC que me viam como um membro do laboratório mesmo eu sendo apenas um visitante esporádico, e a todos aqueles que foram meus companheiros nos muitos times que defendi durante a faculdade. De forma geral, agradeço a todos os Cornetas que realmente fizeram dessa sala um grupo de amigos aos quais pretendo sempre contar.

A todos os professores, cada um com seu jeito de trabalhar, que colaboraram ativamente para minha formação acadêmica e pessoal, e a todos os funcionários da Escola, que tantas vezes me ajudaram nas mais diversas tarefas.

Muito Obrigado!

RESUMO

O futebol é um esporte que demanda dos atletas um bom condicionamento físico, técnico, tático e psicológico. No aspecto físico a capacidade resistência aeróbia é uma das que ocupam posição de destaque no que diz respeito ao desempenho esportivo e consequentemente, ao tempo designado a treinamentos nessa modalidade. A freqüência cardíaca máxima é um dos principais parâmetros que podem ser utilizados para se determinar em qual percentual da máxima capacidade aeróbia um atleta está atuando em determinado momento da partida ou durante treinos com demanda aeróbia. O objetivo deste estudo foi comparar, através de revisão literária, os valores de freqüência cardíaca máxima encontradas em situações competitivas, ou seja, partidas oficiais de futebol, com situações de testes máximos amplamente aplicados por profissionais que atuam no futebol, como por exemplo o *YoYo Intermittent Recovery Test*. Para isso foram realizadas pesquisas em sites de busca de periódicos além de terem sido consultados livros que tratassem do tema. Concluiu-se que a freqüência cardíaca máxima medida em testes máximos, apesar de ser importante para treinadores e preparadores físicos, deve ser utilizada com cautela para a prescrição de treinamentos e para a determinação da zona de intensidade que o futebolista está atuando, sob risco de se subestimar a capacidade do atleta.

Palavras-chave: Futebol. Freqüência Cardíaca Máxima. *YoYo Test*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6
2 JUSTIFICATIVA 7
3 OBJETIVO 8
3.1 Objetivo específico 8
4 METODOLOGIA 9
5 DEMANDAS FÍSICAS DO FUTEBOL 9
5.1 Resistência aeróbia 13
5.1.1 VO_2 Máximo 14
5.1.2 Limiar de Lactato 15
5.1.3 Economia de Trabalho 19
5.2 Demandas anaeróbias 20
6 *YOYO TEST* 21
6.1 *YoYo Intermittent Recovery Test* (YYIRT) 23
7 FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC) 27
7.1 Frequência Cardíaca Máxima em teste máximo. 29
7.2 Frequência Cardíaca Máxima em situação competitiva. 31
8 MOTIVAÇÃO 31
9 CONCLUSÃO 32
10 REFERÊNCIAS 34

1 INTRODUÇÃO

O desempenho no futebol é dependente de inúmeros aspectos, entre eles: técnico, biomecânico, mental, tático e físico. Contudo, cada vez mais podemos notar um aumento da preocupação com o aprimoramento físico do atleta de futebol (STOLEN *et al.* 2005).

Quanto a esse aspecto, o futebol é uma modalidade esportiva intermitente, com constantes mudanças de intensidade e ações musculares. A imprevisibilidade dos acontecimentos e ações, durante uma partida, exige que o atleta esteja preparado para reagir aos mais diferentes estímulos, da maneira mais eficiente possível (CUNHA, 2003).

A demanda fisiológica à qual um indivíduo está submetido durante uma partida de futebol tem sido relatada a partir de diferentes parâmetros, como a distância total percorrida (BANGSBO, 1994), a temperatura corporal (EKBLOM, 1986), medidas diretas de oxigênio (OGUSHI et. al., 1993), velocidade média de corrida (BANGSBO, 1994), concentração de lactato (BANGSBO, 1994) e frequência cardíaca (FC) (ASTRAND et. al., 1960; BANGSBO, 1994). Dentre todos os parâmetros utilizados para a determinação da intensidade de esforço (IE) no futebol, a FC apresenta-se como uma variável de fácil aplicação para a determinação da produção de energia aeróbica durante um jogo de futebol (ALI & FARRALLY, 1991), isto se deve ao fato da existência de uma relação linear entre a FC e o VO_2, mesmo em exercícios intermitentes como o futebol (BANGSBO, 1994).

Osiecki (1997) afirma existir correlação significativa entre a distância total do teste de *YoYo* Intermitente *Recovery* Nível 2 e a velocidade de limiar anaeróbio na esteira. Essa relação é de grande importância para atletas de futebol, pois pelo fato de esse teste ser intenso e exigir mudanças de direção, quanto maior a velocidade de limiar, maior o rendimento do atleta.

O *YoYo Intermittent Recovery Test* foi proposto por Bangsbo (1994) para desportos caracterizados por ações motoras de corridas intensas e intervaladas. Em 2003, Krustrup *et al.* validaram o teste como uma medida da aptidão física para futebolistas.

O *YoYo Intermittent Recovery Test* também pode nos fornecer o valor de FC máxima (FCM), uma vez que se trata de um teste progressivo máximo no qual se supõe que o atleta

interromperá o teste apenas quando tiver alcançado a exaustão. Nesse caso, o valor de FCM será o valor de FC medido no último instante do teste.

Porém, fatores como a motivação, que segundo Samulski (2002), é caracterizada como um processo ativo, intencional e dirigido a uma meta, o qual depende da interação de fatores pessoais (intrínsecos) e ambientais (extrínsecos), podem fazer com que valores de FCM encontrados em teste máximo sejam significativamente menores do que valores encontrados em partidas oficiais.

Devido a essas diferentes formas de se obter a FCM em atletas de futebol, o presente estudo se propõe a comparar valores encontrados na literatura para cada uma das formas de obtenção desse parâmetro fisiológico. Sabendo que o *YoYo Test* é vastamente utilizado no futebol, caso a diferença entre a FCM encontrada nesse método e a encontrada durante partidas oficiais seja considerável, treinadores e preparadores físicos deverão ter ressalvas ao usar valores dessa variável apenas medidas no teste. Caso os valores encontrados de FCM sejam similares nas duas situações avaliadas, treinadores e preparadores físicos que atuam no futebol poderão usar os valores medidos em testes máximos como, por exemplo, o *YoYo Test*, para controlar e prescrever treinamentos baseados no % FCM.

Conhecendo bem a FCM individual dos jogadores, os percentuais dessa FCM em que os atletas atuam no decorrer das partidas e entendendo bem fatores como as demandas energéticas utilizadas por futebolistas nas diferentes ações, os profissionais de Educação Física que atuam no treinamento de futebol conseguirão prescrever seus treinamentos com uma maior precisão.

2 JUSTIFICATIVA

Hoje em dia, inúmeros profissionais de Educação Física que atuam nos diversos níveis de rendimento do futebol vem utilizando o *YoYo Test* para o monitoramento e o controle de variáveis fisiológicas tais quais o $VO_{2máx}$. Quando realizado com o auxílio de cardiofrequencímetros, esse teste também pode ser utilizado para a mensuração da FCM.

O fato de se conhecer a FCM de um atleta é de extrema importância para que se possa compreender qual é a intensidade de esforço na qual ele se encontra em determinado momento do exercício ao verificarmos em qual percentual da FCM ele está no momento em questão. Além disso, esse conhecimento é também de grande importância para o planejamento e o controle das cargas de treinamento, que pode ser feito também através da manipulação do percentual da FCM.

Porém, é possível que a FCM encontrada nesse teste não seja equivalente à FCM que o atleta desenvolve em partidas oficiais, uma vez que a motivação está bem mais presente no momento competitivo do que em uma situação de teste físico.

Com isso, o presente estudo propõe-se a comparar valores encontrados na literatura de FCM em partidas oficiais de futebol e em teste de esforço máximo, para que se possa discutir até que ponto é valido mensurar a intensidade de esforço, planejar e controlar treinamentos de futebolistas com base em valores encontrados no *YoYo Intermittent Recovery Test*.

3 OBJETIVO

Comparar, através de revisão literária, os valores encontrados de freqüência cardíaca máxima em teste de esforço máximo com os valores encontrados em partidas oficiais de futebol.

3.1 Objetivo específico

Discutir se a utilização de valores de FC Máx encontrados em testes máximos como, por exemplo, o *YoYo Intermittent Recovery Test* é interessante para a mensuração da intensidade de esforço e para o planejamento e controle do treinamento de futebolistas.

4 METODOLOGIA

Para a execução dessa revisão bibliográfica foram feitas buscas a respeito dos temas em questão em sites como PubMed, Scielo, Google Acadêmico e Portal CAPES, utilizando principalmente as palavras-chave: futebol, Yo-Yo *Test* e freqüência cardíaca máxima. Além disso, foram consultados livros presentes no acervo da biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de Março a Junho de 2011.

Foram utilizadas referências publicadas entre os anos de 1974 e 2010, sendo a grande maioria das referências utilizadas publicadas depois do ano 2000.

5 DEMANDAS FÍSICAS DO FUTEBOL

O futebol é uma modalidade esportiva intermitente, com constantes mudanças de intensidade e atividades. A imprevisibilidade dos acontecimentos e ações durante uma partida exige que o atleta esteja preparado para reagir aos mais diferentes estímulos, da maneira mais eficiente possível (BARBANTI, 1996).

Mayhew & Wenger (1985) realizaram um estudo sobre análise de movimentos em futebolistas e constataram que o futebol é uma atividade predominantemente aeróbia, com somente 12% do tempo de jogo gasto com atividades que utilizam substratos energéticos anaeróbicos. Bosco (1994) afirma que 11% da distância total em um jogo de futebol é percorrida sob a forma de *sprint*.

Os jogadores de futebol são atletas com predominância de fibras musculares do tipo II (brancas). Esta característica é provavelmente devido à seleção natural para o esporte, e ao aumento no tamanho médio dessas fibras, ao treinamento (EKBLOM, 1986)

Para Reilly (1997), o estilo de jogar influencia nas demandas fisiológicas dos jogadores. Por isso, as posições específicas também apresentam características fisiológicas diferenciadas

(BARBANTI, 1996). É evidente que as demandas fisiológicas do futebol variam com a taxa de trabalho em diferentes posições (REILLY *et al.*, 2000).

Bangsbo (1994) afirma que jogadores de meio campo são os que percorrem as maiores distâncias, seguidos dos atacantes, e por último, dos zagueiros. Com isso, alguns autores afirmam que os jogadores de meio campo são os que possuem a melhor capacidade aeróbia (TUMILTY, 1993; WISLOFF *et al.*, 1998) apresentando, portanto, maiores valores de FC durante um jogo quando comparados com jogadores de outras posições(ALI & FARRALY, 1991).

Mesmo levando em consideração essas diferenças significativas entre jogadores de acordo com suas posições ocupadas pelos mesmos em campo, alguns autores chegaram a um valor de 10 km como sendo a média da distância percorrida em cada jogo por cada jogador (REILLY, 1997; BANGSBO & MICHALSIK, 2002).

Ekblom (1986) comparou a distância e a intensidade em que esta foi percorrida em atletas de diferentes divisões do futebol sueco. Como resultado, este autor não encontrou diferenças significativas entre as distâncias percorridas, porém, notou que jogadores de divisões superiores percorriam uma maior parte dessa distância em velocidades mais elevadas durante o jogo.

Através desse achado de Ekblom (1986), é valido o questionamento a respeito das razões para tal. Podemos nos perguntar se os jogadores de divisões superiores percorrem maior distância em velocidades mais elevadas devido a melhores condições e métodos de treinamento ou se uma das razões desses jogadores atuarem em clubes de divisões superiores é exatamente por serem capazes de atuar em uma zona de intensidade maior. Ou seja, são necessários estudos para que possamos concluir se esse achado de Ekblom (1986) é uma causa ou uma consequência de atuarem em clubes de divisões superiores.

TABELA 1

Comparação de diferentes autores a respeito da duração dos tipos de deslocamento realizados (em % do tempo total de jogo).

Autor	**Parado**	**Andando**	**Corrida -Baixa Intensidade**	**Corrida média**	**Corrida -Alta Intensidade**
Yamanaka *et al.* (1998)	4,3	55,4	32,7	5,7	1,9
Bangsbo *et al.* (1991)	17,1	40,4	33,8	5,3	2,8
Rebelo (1993)	16,9	39,0	24,3	6,8	4,3
Strudwick & Reilly (2001)	15,0	48,0	32,0	4,0	1,0

(SILVA, 2003)

TABELA 2

Comparação de diferentes autores a respeito da frequência dos tipos de deslocamentos durante uma partida de futebol (em números absolutos)

Autor	**Estar Parado**	**Andar**	**Corrida – Baixa Intensidade**	**Corrida média**	**Corrida – Alta Intensidade**
Yamanaka *et al.* (1998)	78,0	226,0	298,0	98,0	35,0
Bangsbo *et al.* (1991)	122,0	329,0	504,0	120,0	76,0
Rebelo (1993)	141,6	289,9	256,1	97,0	82,7

(SILVA, 2003)

A análise das tabelas 1 e 2 nos mostra que apesar de existirem algumas diferenças entre os autores, que podem ser explicadas devido à diferença entre os níveis competitivos avaliados por cada autor, vemos que é consenso que o jogador de futebol passa a maior parte da partida em esforços de baixa intensidade, e que é em menos de 5% da distância total percorrida que ocorrem os *sprints*.

Tipicamente, jogos oficiais de uma competição demandam em média um *sprint* a cada 90 segundos, com esforços de alta intensidade de 30 segundos de duração de cada jogador (COELHO, 2005).

Portanto, não se pode desprezar os *sprints* e as corridas em intensidade média, pois a análise dos quadros acima, quando relacionada com o tempo total de jogo, nos mostra que essas são ações freqüentes, portanto, os atletas devem ter uma capacidade recuperativa ótima, para que em seus momentos de recuperação, eles possam rapidamente recuperar as fontes energéticas para estarem aptos a realizar o mais cedo possível novos esforços de alta intensidade.

No estudo de Bangsbo *et al.* (1991), as corridas de baixa intensidade (35,1% do tempo total) são divididas em trote (8 km/h), que correspondem a 16,7% do tempo de jogo, corrida em *jogging* (12 km/h), equivalente a 17,1% do tempo total e corrida para trás (também a 12 km/h), correspondendo a 1,3% do tempo total. Já as corridas de alta intensidade (2,8% do tempo total) correspondem a 2,1% de corrida de alta velocidade (18 km/h) e 0,7% de *sprints* (30 km/h).

Shepard (1992) concluiu que a velocidade média dos jogadores em uma partida oficial é de 7,2 km/h.

Esses dados também poderiam nos levar a uma compreensão a respeito da aplicabilidade do *YoYo Intermittent Recovery Test* para atletas de futebol, pois esse teste permitirá ao atleta uma recuperação de 10 segundos entre os estímulos, o que supostamente respeitaria o princípio da especificidade para essa modalidade além de exigir dos atletas demandas energéticas parecidas com as exigidas em partidas de futebol. Além disso, fatos como o teste ser realizado no mesmo terreno do jogo, com o mesmo calçado e em condições ambientais parecidas com as que os atletas encontrarão no momento competitivo também são fatores que supostamente aumentariam a relação do resultado do teste com as reais demandas do futebol, o que talvez possa não ser verdade quando se trata de testes de esteira.

Durante uma partida de futebol, tem se observado que somente em torno de 2% da distância total, o que corresponderia aproximadamente a 200 metros, é percorrida com posse da bola, ou seja, a maioria das atividades é desenvolvida sem bola em manobras posicionais, isto é, com predominância aeróbica (REILLY, 1997).

Por outro lado as atividades diretamente ligadas ao jogo, tais como disputas de bola (divididas), saltos e chutes, são no geral, predominantemente anaeróbias.

Pode-se inferir, pois, que as atividades anaeróbias podem se constituir nos momentos decisivos de um jogo e podem contribuir diretamente para as disputas de bola e a realização ou tomadas de gols (REILLY *et al*, 2000).

Além disso, o jogador de futebol deve possuir uma grande bagagem técnica, para que por meio da condição física possa estar apto a desenvolver estratégias e funções táticas (SANTOS, 1992).

5.1 Resistência aeróbia

A maior percentagem de energia produzida durante um jogo tem origem aeróbia (Bangsbo,1993). De acordo com a literatura (REILLY, 1997; WRAGG et.al., 2000), a energia produzida por via aeróbia é aquela que assume uma maior preponderância tanto durante as ações específicas da partida quanto nos momentos em que o atleta estará se recuperando dessas ações (REILLY, 1997).

A via energética aeróbia oferece energia a partir de compartimentos denominados mitocôndrias, presentes no interior da célula muscular através do uso do oxigênio extraído do sangue. Os substratos para essa reação são formados através da quebra da glicose (glicólise), do catabolismo de gorduras e, em menor proporção, do catabolismo dos aminoácidos. (McARDLE *et al.*, 2003; WILMORE & COSTIL, 2001).

A glicólise é realizada principalmente utilizando o glicogênio armazenado nos músculos em exercício, mas a glicose extraída do sangue é também utilizada. Essa última é extraída do intestino e disponibilizada para o sangue pelo fígado, onde é formada através de um processo denominado glicogenólise, que é a degradação do glicogênio, ou através de precursores como o glicerol, lactato, piruvato e aminoácidos, num processo denominado gliconeogênese. (McARDLE *et al.*, 2003; WILMORE & COSTIL, 2001).

Os substratos para a oxidação da gordura são os triglicérides estocados dentro dos músculos e a gordura carreada no sangue, primariamente os ácidos graxos livres liberados da lipólise no tecido adiposo (McARDLE *et al.*, 2003; POWERS & HOWLEY, 2000; WILMORE & COSTIL, 2001).

Os jogadores que possuem uma alta capacidade aeróbica são capazes de percorrer maiores distâncias durante um jogo (STRUDWICK *et al.*, 2002), participar de um número maior de jogadas decisivas e aumentar o número de *sprints* realizados (HELDERUD *et al.*, 2001)

No que diz respeito à resistência aeróbia, Pate & Kriska (1984), afirmam que os fatores que influenciam no desempenho dessa capacidade são o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), o limiar de lactato e a economia de trabalho.

5.1.1 VO_2 Máximo

O VO_2 Máximo ($VO_{2máx}$) é definido como a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo respirando ar atmosférico ao nível do mar (ASTRAND, 1956). Ele caracteriza-se pela perfeita integração do organismo em captar, transportar e utilizar oxigênio para os processos aeróbios de produção de energia durante esforço físico (DENADAI, 1999). Em repouso, o VO_2 mostra-se similar em indivíduos sedentários e treinados. No entanto, durante o esforço físico máximo, os valores encontrados em indivíduos treinados são visivelmente maiores em relação aos sedentários (ASTRAND & RODHAL, 1987).

O $VO_{2máx}$ pode ser expresso em valores absolutos (L/min) ou relativos (ml/kg/min). Como a necessidade de energia varia em função do tamanho corporal, o $VO_{2máx}$ geralmente é expresso em valores relativos (DENADAI, 1995).

Analisando jogadores de futebol profissionais, Junior (2006) encontrou valores médios de $VO_{2máx}$ de 54,8 (+- 4,02) mL/kg/min. Esse autor não foi pioneiro a realizar essas medidas, uma vez que autores como Diaz (2003), que realizou um estudo em que procurou analisar mais de 200 jogadores profissionais de futebol em um período que foi de 1973 a 2000, já havia encontrado valores que variaram de 54 mL/kg/min na década de 80, a 57 ml/kg/min na década seguinte. Avaliando a seleção nacional de jogadores de futebol da Arábia Saudita, Al-Hazzaa *et al.* (2001) encontraram através da ergoespirometria valores de 56,8ml/kg/min.

Discordam desses valores autores como Campeiz *et al.* (2002), que apesar de ter procurado relacionar as diferenças entre posições, quando analisado como um todo, apresenta resultados de $VO_{2máx}$ variando entre 60 e 65 mL/kg/min. Além dele, Tumilty (1993) também encontrou valores de 60 ml/kg/min para jogadores de futebol profissionais.

Atletas com maiores índices de $VO_{2máx}$ tendem a participar mais das partidas (HELGERUD *et al.*, 2001), apresentando um menor índice de fadiga (REILLY, 1997).Existem variações no $VO_{2máx}$ em relação às diferentes posições (REILLY *et al.*, 2000).

Arnason *et al.* (2004) não encontraram relação entre os valores de $VO_{2máx}$ e o sucesso de uma equipe analisando uma temporada da liga finlandesa. Isso mostra que, devido ao futebol ser um esporte complexo, onde o aspecto físico é apenas um dos muitos fatores determinantes para o desempenho, não se pode afirmar que a equipe que obtiver melhor condição física será uma equipe vencedora, uma vez que esse tipo de análise despreza fatores técnicos, táticos e psicológicos.

TABELA 3

Relação entre %FC e % $VO_{2máx}$.

% Frequência Cardíaca Máxima	**% $VO_{2máx}$**
50	28
60	42
70	56
80	70
90	83
100	100

(McARDLE *et al.*, 1994)

5.1.2 Limiar de Lactato

Limiar de lactato (LL) é a intensidade de trabalho na qual a concentração sanguínea de lactato aumenta gradualmente durante um exercício contínuo. A partir desse ponto podemos observar um aumento gradual da utilização do metabolismo anaeróbio (POLLOCK, 1977 *apud* HELGERUD *et al.*, 2007). O LL aumenta em resposta ao treinamento com alteração no $VO_{2máx}$ e

no percentual de $VO_{2máx}$ em que ele ocorre (HELGERUD, 2001; MCMILLAN, 2005; PATE & KRISKA, 1984 *apud* HELGERUD *et al.*, 2007).

O Limiar de Lactato é muitas vezes tratado na literatura como Limiar Anaeróbio (LA): o LA é considerado como a intensidade de exercício anterior àquela na qual se verifica um aumento exponencial da concentração de lactato no sangue em função do aumento linear da intensidade de esforço (COELHO, 2005). Segundo Gaesser & Poole (1996), quanto maior for a intensidade do exercício realizado acima do LA, mais rapidamente ocorrerá a instalação da fadiga decorrente da acidose metabólica. Isso ocorre devido ao aumento na acidez local, causado pela alta concentração de lactato sanguíneo, comprometendo o rendimento do atleta, antecipando assim a instalação da fadiga (FARREL *et al.*, 1979).

O condicionamento aeróbico pode ser associado ao percentual de $VO_{2máx}$ no qual um determinado esforço submáximo sustentável é realizado, assim como também à resposta de concentração de lactato sangüíneo durante um determinado exercício submáximo contínuo (REILLY *et al.*, 2000). Comumente o LA está associado a diferentes parâmetros, como a velocidade de corrida, freqüência ventilatória, FC, $VO_{2máx}$ ou concentração de lactato (DUNBAR, 2002). Entre esses parâmetros, uma intensidade de esforço correspondente a concentração sanguínea de lactato de 4mM têm sido considerada como o padrão de referência para esta medida fisiológica. Isto se justifica pelo fato de que o equilíbrio entre a produção e a remoção deste metabólito no sangue estar correlacionada a esta concentração sanguínea (COELHO, 2005). Contudo, é importante frisar que esse valor pode variar individualmente. Heck *et al.* (1985) encontraram valores de 3 a 5,5 mM como a concentração de lactato sanguíneo que indica o limiar anaeróbio.

É aceito que, quando o exercício é realizado a uma intensidade inferior a 85% da Frequência Cardíaca Máxima ocorre uma predominância do metabolismo aeróbio no fornecimento de energia, enquanto se o exercício é realizado a uma intensidade superior à essa, a maior parte da energia necessária a realização do exercício é gerada de forma anaeróbia (BILLOWS *et al.*, 2005).

TABELA 4

Tempo que futebolistas passam acima e abaixo de 85% FCM

Zona de intensidade	**Tempo (min)**	**% Tempo total**
↓ 85 % FCM	61	67
↑ 85 % FCM	29	33

(BILLOWS *et al.*, 2005)

Através da análise do estudo de Billows *et al.* (2005), podemos concluir que em média 33% do tempo total de jogo é realizado sob a predominância da energia provinda de fontes anaeróbias.

TABELA 5

Padrões de Limiar Anaeróbio em Futebolistas Profissionais

% do VO2 Máx	Velocidade (km/h)	Característica	Referência
78,0	14,5	Australianos	Green, 1992
80,5	Não consta	Tchecos e Canadenses	Bunc *et al.*, 1987
80,5	Não Consta	Canadenses	Rhodes *et al.*, 1986
80,7	14,7	Dinamarqueses	Bangsboo, 1994
81,37	13,65	Paranaense	Silva *et al.*, 1997
86,7 ± 5,1	14,6 ±1,0	Brasileiros	Silva *et al.*, 1997

(PEREIRA, 2004)

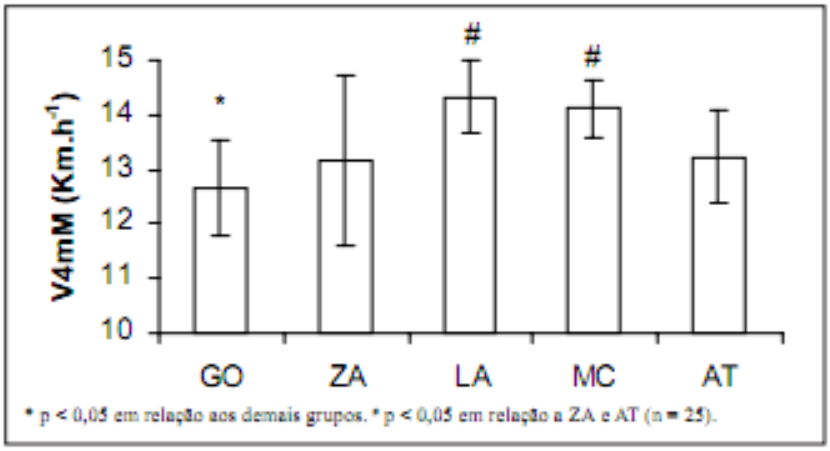
Em estudo mais recente, Coelho *et al.* (2009) encontraram valores de 12,9 km/h como média de limiar anaeróbio para futebolistas profissionais ao avaliar 14 jogadores

de um clube da primeira divisão do futebol brasileiro. Esses autores citam como provável explicação para terem encontrado valores mais baixos do que os citados na literatura o fato de as avaliações feitas no estudo terem sido realizadas no início da pré-temporada.

A tabela 5 mostra a comparação de valores de LA relacionados com o % de $VO_{2máx}$ encontrados por diferentes autores em testes de esteira e a velocidade em km/h em que o LA foi alcançado.

GRÁFICO 1

Velocidade de Limiar Anaeróbio por posição



(BALIKIAN *et al.*, 2002)

Balikian *et al.* (2002), compararam o LA em jogadores de futebol profissional da segunda divisão do futebol paulista, a fim de descobrir diferenças nos valores ao comparar jogadores de diferentes posições. O resultado foi que os goleiros apresentaram valores de LA (12,66 ± 0,89 km/h) significativamente menores que todos os outros grupos, enquanto os valores de meio campistas (14,11 ± 0,51km/h) e de laterais (14,33 ± 0,66 km/h) foram significativamente maiores do que os valores de zagueiros ZA (13,15 ± 1,56 km/h) e atacantes (13,23 ± 0,86 km/h).

Coelho *et al.* (2009) argumentam ser extremamente importante que a análise do LA seja dado como %FCM e não como valores absolutos, uma vez que utilizando o %FCM, os autores encontraram valores maiores de LA em profissionais do que em categorias inferiores enquanto analisando o LA como valor absoluto, não houve diferenças entre os valores de jogadores profissionais e das demais categorias analisadas. Esse fato mostra que a análise de LA como valor absoluto pode não ser tão efetiva, o que poderia causar equívocos na prescrição do treinamento.

5.1.3 Economia de Trabalho

Economia de trabalho é caracterizada pela relação entre o trabalho e o custo de O_2. Esse parâmetro deve ser medido em condições de VO_2 (ml/Kg/min) estável (PATE & KRISKA, 1984 *apud* HELGERUD *et al.*, 2007).

Essa economia de trabalho é influenciada por diversos fatores, tais quais fatores fisiológicos (por exemplo o aumento de mitocôndrias e da concentração de enzimas oxidativas), fatores biomecânicos (por exemplo a capacidade do músculo de armazenar e liberar energia elástica), melhor produção de força e a força máxima (PATE & KRISKA, 1984 *apud* HELGERUD *et al.*, 2007).

No futebol, fala-se pouco da economia de trabalho uma vez que não se trata de um esporte em que as ações são contínuas. Com isso, mesmo que um atleta tenha uma excelente economia de corrida, isso supostamente não significa que ele teria uma boa economia de trabalho nas diversas ações que envolvem o futebol, como por exemplo, a condução de bola, as divididas e os saltos.

5.2 Demandas anaeróbias

O desempenho no futebol é caracterizado pela grande demanda de potência anaeróbia, pois a concentração de lactato sanguíneo pode chegar, durante a partida, a valores de 8 a 12 mmol/l (EKBLOM, 1986)

Apesar da grande predominância de demanda aeróbia, em que segundo Mayhew & Wenger (1985), 88% das ações do futebol são advindas dessas vias energéticas, sabe-se que é nos 12% restantes do tempo de jogo em que são realizados os esforços que são mais decisivos para a definição da partida.

A via anaeróbia disponibiliza energia pela utilização da Adenosina-Trifosfato (ATP) que se dá através da quebra da Creatina Fosfato catalizada pela Creatina quinase, ou pela degradação do carboidrato para piruvato (glicólise), que leva à formação de lactato. Essa ATP é estocada dentro dos músculos. Uma menor disponibilização de energia pela via anaeróbia pode também ocorrer pela degradação da adenosina difosfato (ADP) para adenosina monofosfato (AMP) e, posteriormente, para inosina monofosfato (IMP) e amônia (NH3) (McARDLE *et al*, 2003; WILMORE & COSTIL, 2001).

O índice de produção de ATP durante o exercício e a utilização de substratos é controlado pela intensidade e duração da atividade. Indivíduos treinados apresentam processos de produção de energia pela via anaeróbia mais rápidos e a capacidade é tal, que os músculos são capazes de manter altos níveis de ATP durante o exercício prolongado e intenso (McARDLE *et al.*, 2003; WILMORE & COSTIL, 2001).

Uma vez que o desempenho no futebol é caracterizado por várias ações, tais quais *sprints*, saltos, mudanças de direção e divididas, força e potência muscular se mostram importantes características para jogadores de futebol (WISLOFF *et al.*,1998).

No que diz respeito às demandas anaeróbias, a velocidade aparece como importante parâmetro a ser analisado. A característica da velocidade de deslocamento que mais interessa para o futebolista diz respeito à fase de aceleração, com e sem mudança de direção, em conjugação com a agilidade e não à velocidade máxima (DAWSON, 2003 *apud* REBELO & OLIVEIRA, 2006).

Além da velocidade, a agilidade aparece também como parâmetro importante para o desempenho de futebolistas.

Rebelo & Oliveira (2006) argumentam que os deslocamentos em *sprint* se associam, muitas vezes, a mudanças de direção, mudanças no sentido da corrida e travagens bruscas, sendo caracterizados por terem duração curta (entre 2 a 6 segundos) e sendo realizados em média de 25 a 30 vezes por jogo (REBELO, 1993). Segundo esses autores, esse tipo de deslocamento requer agilidade, o que em última instância significa a adaptação e coordenação no deslocamento com o mínimo prejuízo da rapidez da ação.

Além desses dois parâmetros, a potência muscular também se mostra importante fator a ser considerado no que diz respeito ao desempenho no futebol, se destacando entre as ações que necessitam desse parâmetro os *sprints* com e sem mudanças de direção e/ou sentido da corrida (REBELO & OLIVEIRA, 2006). Além dos *sprints*, ações como saltos, divididas de bola e remates também devem ser consideradas dependentes da potência muscular. Rebelo & Oliveira (2006) afirmam também que não se pode negligenciar a dependência da potência muscular quando se fala da velocidade e da agilidade.

Os atacantes são os jogadores que possuem maiores valores de potência anaeróbia em comparação com os jogadores de meio campo, sendo que o perfil de trabalho destes jogadores é caracterizado por corridas rápidas de alta intensidade, objetivando facilitar a criação de espaço pra receber a bola e passá-la, para que assim aconteçam as oportunidades de gol (RIENZI *et al.*, 2000).

6 *YOYO TEST*

Segundo Castagna *et al.* (2006), a capacidade aeróbia pode ser medida usando uma grande variedade de testes laboratoriais que utilizam corridas na esteira até a exaustão. Porém, ainda segundo esse autor, apesar dos valores obtidos através desses testes serem considerados padrão ouro para a mensuração da capacidade aeróbia, os procedimentos envolvidos, além de consumirem muito tempo, necessitam de equipamentos caros.

Por essas razões, Castagna *et al.* (2006) argumentam que, como alternativa aos testes laboratoriais, alguns testes de campo foram propostos, de forma que esses últimos vem sendo aplicados por treinadores e cientistas do esporte para avaliar os resultados do treinamento aeróbio em jogadores de futebol.

Entre esses testes, se destacaram os testes de *YoYo* (BANGSBO, 1994). O *YoYo Endurance Test Level* 2 foi sugerido como forma de se estimar o $VO_{2máx}$ em jogadores bem treinados na tentativa de diminuir o tempo necessário para o teste (CASTAGNA *et al*, 2006).

A respeito do *YoYo Intermittent Recovery Test*, Bangsbo (2008) afirma que quanto maior o nível competitivo, melhor é a performance dos atletas nesse teste.

Os três tipos de *YoYo Test* propostos por Bangsbo (1994) utilizam a distância de 20 metros entre cones, e todos possuem dois níveis de dificuldade, portanto, a diferença entre os protocolos está na recuperação entre os estímulos.

No *YoYo Endurance Test*, os atletas não possuem intervalo de recuperação a cada 40 metros, ou seja, se trata de um teste contínuo e progressivo, e não com caráter intermitente como os outros dois. O fato do *YoYo Endurance Test* se tratar de um teste contínuo e progressivo que se inicia na velocidade de 8 km/h no nível 1 e a 11,5 km/h no nível 2, exigirá do atleta uma maior demanda aeróbia durante a quase totalidade do teste e devido a esse fator, apresentará uma maior relação com o $VO_{2máx}$ e com a FCM.

Já no *YoYo Intermittent Endurance Test*, os atletas tem 5 segundos de descanso, realizado de forma ativa com o auxílio de cones situados à 2,5 metros de distância do cone inicial. A velocidade inicial desses testes é de 8 km/h no nível 1 e 11,5 km/h no nível 2 (BANGSBO, 1994), a mesma do *YoYo Endurance Test*, sendo a diferença principal entre os dois testes o tempo de intervalo, tornando o *YoYo Intermittent Endurance Test* um teste de natureza intermitente, que permitirá ao atleta que se recupere a cada 40 metros, aumentando a especificidade desse protocolo para o futebol em comparação com o *YoYo Endurance Test.*

TABELA 6

Protocolo do *YoYo Intermittent Endurance Test*

Estágio	Vezes	Esp. Acum	Tempo(s)	m/s	km/h	% v. final	Variação de v (%)
1	2	80	9,0	2,22	8,00	53,29	6,66
3	2	160	8,0	2,50	9,00	59,95	8,56
5	2	240	7,0	2,86	10,29	68,52	0,99
6	8	560	6,9	2,90	10,43	69,51	1,02
6,5	8	880	6,8	2,94	10,59	70,53	1,05
7	8	1200	6,7	2,99	10,75	71,58	1,08
7,5	3	1320	6,6	3,03	10,91	72,67	1,12
8	3	1440	6,5	3,08	11,08	73,79	6,15
8,5	6	1680	6,0	3,33	12,00	79,94	1,35
9	6	1920	5,9	3,39	12,20	81,29	1,40
9,5	6	2160	5,8	3,45	12,41	82,69	1,45
10	6	2400	5,7	3,51	12,63	84,14	1,50
10,5	6	2640	5,6	3,57	12,86	85,65	1,56
11	6	2880	5,5	3,64	13,09	87,20	1,61
11,5	6	3120	5,4	3,70	13,33	88,82	1,68
12	6	3360	5,3	3,77	13,58	90,49	1,74
12,5	6	3600	5,2	3,85	13,85	92,23	1,81
13	6	3840	5,1	3,92	14,12	94,04	1,88
13,5	6	4080	5,0	4,00	14,40	95,92	1,96
14	6	4320	4,9	4,08	14,69	97,88	2,12
14,5	6	4560	4,8	4,17	15,00	100	2,34

(KRUSTRUP *et al.*, 2003)

6.1 *YoYo Intermittent Recovery Test* (YYIRT)

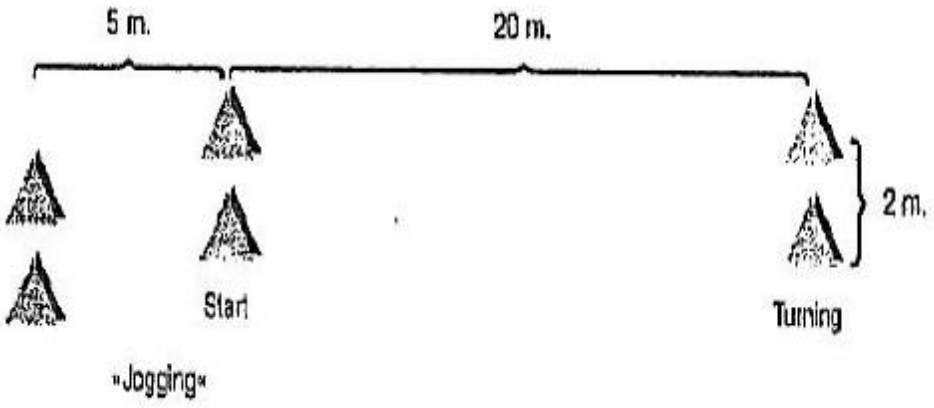
O *YoYo Intermittent Recovery Test* foca na capacidade recuperativa de um indivíduo após o exercício intenso (BANGSBO, 1994). Segundo esse mesmo autor, o teste dura de 2 a 15 minutos.

O YYIRT é particularmente específico para esportes onde a habilidade de realizar exercício intenso após curto tempo de recuperação pode ser decisivo para o resultado de uma partida ou competição, como é o caso do futebol (BANGSBO, 1994).

O teste consiste nos atletas percorrerem uma distância de 20 metros, demarcada por cones ou pratinhos, sendo que a velocidade em que eles deverão percorrer essa distância é progressiva e controlada por sinais sonoros, ou seja, o atleta deve sempre chegar junto ao cone simultaneamente ao bipe, sendo que o intervalo entre os bipes é progressivamente menor. No YYIRT, a cada 40 metros, ou seja, a cada ida e volta, o atleta tem 10 segundos de intervalo até que novo bipe dê o sinal de saída. Durante esse intervalo o atleta deverá caminhar até um cone situado a 5 metros de distância do cone inicial e em seguida retornar para iniciar novo estímulo.

FIGURA 1

Posicionamento dos cones no *YoYo Intermittent Recovery Test*



(BANGSBO, 1994)

Cada atleta deverá realizar a tarefa até não mais suportar acompanhar o ritmo ditado pelo sinal sonoro. As duas formas de um atleta finalizar o teste são: desistir devido à fadiga ou não conseguir acompanhar o sinal sonoro por duas vezes consecutivas.

Esse teste possui dois níveis de dificuldade, o YYIRT 1 e o YYIRT 2, sendo o primeiro, começando com a velocidade de 10 km/h e o segundo começando com a velocidade de 13 km/h.

TABELA 7

Protocolo do YYIRT 1

					Velocidade	% Velocidade		Média acumulada de velocidade	
Estágio	Espaço	Espaço Acumulado	Tempo	m/s	km/h	Final	% Variação da velocidade	m/s	km/h
5	40	40	14,50	2,76	9,93	55,17	11,49	-	-
9	40	80	12,00	3,33	12,00	66,67	6,06	3,05	10,97
11	40	160	11,00	3,64	13,09	72,73	1,69	3,24	11,67
12	40	280	10,80	3,73	13,40	74,42	1,77	3,36	12,10
13	40	440	10,50	3,81	13,71	76,19	1,86	3,45	12,43
14	40	760	10,30	3,90	14,05	78,05	1,95	3,53	12,70
15	40	1080	10,00	4,00	14,40	80,00	2,05	3,59	12,94
16	40	1400	9,80	4,10	14,77	82,05	2,16	3,66	13,17
17	40	1720	9,50	4,21	15,16	84,21	2,28	3,72	13,39
18	40	2040	9,30	4,32	15,57	86,49	2,40	3,78	13,61
19	40	2360	9,00	4,44	16,00	88,89	2,54	3,84	13,83
20	40	2680	8,80	4,57	16,46	91,43	2,69	3,90	14,04
21	40	3000	8,50	4,71	16,94	94,12	2,85	3,96	14,27
22	40	3320	8,30	4,85	17,45	96,97	3,03	4,03	14,49
23	40	3640	8,00	5,00	18,00	100,00	3,20	4,09	14,73

(BANGSBO, 1994)

Krustrup *et al.* (2003), usando biópsia muscular e análise sanguínea, concluíram que o *YoYo Intermittent Recovery Test Level* 1 (YYIRT 1) nos dá a máxima resposta aeróbia, além de exigir também o sistema energético anaeróbio. Esse fato confirma que as demandas fisiológicas envolvidas nesse teste são similares àquelas exigidas durante uma partida de futebol (BANGSBO, 1994).

Tanto o YYIRT 1 quanto o YYIRT 2 avaliam a capacidade de um atleta de realizar repetidos estímulos intensos. (BANGSBO, 2008).

Porém, cada um deles nos fornece dados que podem ser diferenciados no que diz respeito às demandas energéticas.

O YYIRT 1 foca na capacidade do indivíduo de suportar o exercício intermitente que levaria a uma máxima ativação do sistema aeróbio (BANGSBO, 2008).

O mesmo autor define o YYIRT 2 como um teste que determina a capacidade do indivíduo de se recuperar de repetidos exercícios que requerem grande demanda do sistema anaeróbio.

TABELA 8

Protocolo do YYIRT 2

				Velocidade		% Velocidade	% Variação	Média acumulada de velocidade	
Estágio	Espaço	Espaço Acumulado	Tempo	m/s	km/h	Final	da velocidade	m/s	km/h
11	40	40	11,00	3,64	13,09	59,13	13,14		
15	40	80	9,00	4,44	16,00	72,27	2,06	4,04	14,55
17	40	160	8,75	4,57	16,46	74,33	2,19	4,22	15,18
18	40	280	8,50	4,71	16,94	76,52	2,32	4,34	15,62
19	40	440	8,25	4,85	17,45	78,84	2,46	4,44	15,99
20	40	760	8,00	5,00	18,00	81,30	2,62	4,53	16,32
21	40	1080	7,75	5,16	18,58	83,92	2,80	4,62	16,65
22	40	1400	7,50	5,33	19,20	86,72	2,99	4,71	16,97
23	40	1720	7,25	5,52	19,86	89,71	3,20	4,80	17,29
24	40	2040	7,00	5,71	20,57	92,92	3,44	4,89	17,62
25	40	2360	6,75	5,93	21,33	96,36	3,64	4,99	17,95
26	40	2680	6,50	6,15	22,15	100,00	3,72	5,08	18,30

(BANGSBO, 1994)

O resultado do teste é dado pela distância total percorrida por cada atleta, e através dessa variável podemos estimar seu consumo máximo de oxigênio através das equações abaixo, propostas por Bangsbo (1994).

***YoYo Intermittent Recovery Test* Nível 1:**

$Vo_{2máx}$ = distância (m) x 0,0084 + 36,4

***YoYo Intermittent Recovery Test* Nível 2:**

$Vo_{2máx}$ = distância (m) x 0,0136 + 45,3

Krustrup *et al.* (2006) concluíram que o YYIRT 2 é reprodutível e pode ser usado para avaliar a capacidade de um atleta de realizar esforço intermitente intenso com alta taxa de demanda aeróbica e anaeróbia. Especificamente, esse teste se mostrou uma ferramenta importante para diferenciar o desempenho de atletas de futebol em diferentes períodos da temporada, entre diferentes níveis competitivos e também entre diferentes posições de jogo.

Por iniciar com uma velocidade mais alta, o YYIRT 2 exige que o atleta esteja em uma melhor condição aeróbia, pois caso contrário ele já iniciará o teste em uma velocidade acima do seu LA. De qualquer forma, o fato deste teste já se iniciar em uma velocidade mais próxima do LA, exigirá mais da fonte glicolítica de energia e obrigará o atleta a recuperar essas reservas no curto intervalo de 10 segundos descritos no protocolo de Bangsbo (1994). Já no YYIRT 1, por começar com a velocidade de 10 km/h, supõe-se que o atleta normalmente inicie o teste consideravelmente abaixo de seu limiar anaeróbio, fato que fará com que o atleta demore mais a chegar à fadiga uma vez que realizará boa parte do teste aproveitando predominantemente de fontes oxidativas de energia. Além disso, os 10 segundos de intervalo aumentariam ainda mais a especificidade do YYIRT em relação aos outros protocolos do teste para o futebol, exigindo assim demandas energéticas mais próximas das que o atleta é exigido durante as partidas. Por outro lado, o YYIRT, por permitir um maior intervalo de recuperação, é o protocolo que supostamente menos relação apresentaria com o $VO_{2máx}$ e com a FCM do que os outros protocolos de YoYo propostos por Bangsbo (1994).

7 FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)

As exigências energéticas colocadas aos sistemas energéticos aeróbios e anaeróbios durante o jogo podem ser estimadas pela análise da resposta da Frequência Cardíaca (FC), como um indicador do estresse fisiológico global (SILVA, 2007).

Ao avaliar a intensidade de esforço de 25 jogadores em partidas de futebol no que diz respeito ao %FCM, Mohr *et al.* (2004) adotaram como FCM dos atletas o maior valor de FC encontrado nos mesmos durante os jogos avaliados.

Alguns autores divergem no que diz respeito à FC média de um futebolista durante a partida. Helgerud *et al.* (2001), avaliando 19 jogadores juniores, encontraram valores entre 80% a 90% da FCM, enquanto Soares (2000), encontrou abaixo desses, entre 70% e 80% da FCM.

Em outro estudo desse autor, Soares (2005) afirma que jogadores de futebol apresentam valores médios de FC durante uma partida entre 160 e 170 batimentos por minuto (bpm), sendo que, frequentemente eles apresentam valores equivalentes à FCM, assim como fases de recuperação de diferentes durações, que podem chegar a causar a recuperação quase completa.

TABELA 9

Valores médios da %FCM e da FC Média encontrada por diferentes autores

Estudos	**Amostra**	**%FCM / FC Média**
BANGSBO (1994)	Liga / Dinamarca	- / 159
BANGSBO (1994)	Elite / Dinamarca	- / 170
BILLOWS *et al.* (2005)	Universitários	86,0 / 174
HELGERUD *et al.* (2001)	Elite / Juniores	81,7 / -
HELGERUD *et al.* (2001)	Grupo Treino	82,7 / -
VAN GOOL *et al.* (1988)	Universitários	85,6 / 167
RHODE & ESPERSEN (1988)	1ª e 2ª divisão / Dinamarca	76,9 / -
OGUSHI *et al.* (1993)	Liga / Japão	- / 161
BACHEV *et al.*(2005)	Elite Juniores / Bulgária	- / 169
ALI & FARRALLY (1991)	Semi-profissionais	- / 172
ALI & FARRALLY (1991)	Universitários	- / 167
ALI & FARRALLY (1991)	Recreacionais	- / 168
MOHR *et al.* (2004)	Amadores / Dinamarca	- / 161
KRUSTRUP *et al.* (2006)	Amadores / Dinamarca	- / 156

(SILVA ,2007)

Talvez mais importante do que saber a FC Média que um atleta apresenta durante uma partida, seja dimensionar o tempo de jogo que esses jogadores atuam em diferentes zonas de intensidade. Esse estudo foi feito por Bangsbo (1993), ao analisar jogos do campeonato dinamarquês.

TABELA 10

Tempo de jogo em que jogadores atuam em diferentes zonas de intensidade

Zona de Intensidade	**Tempo de jogo (min)**	**% Tempo total**
< 73 % FCM	10	11
73% a 92% FCM	57	63
> 92% FCM	23	26

BANGSBO (1993)

Esse estudo mais uma vez nos mostra o quanto o atleta de futebol é exigido fisicamente dentro de uma partida, uma vez que segundo este autor, em 89% do tempo total de jogo, ou seja, em 80 minutos, o atleta atua em uma intensidade maior que 73% de sua FCM, sendo que desses, em 23 minutos, ou 26 % do tempo total, ele é obrigado a realizar esforços que correspondem a mais de 92% de sua FCM.

7.1 Frequência Cardíaca Máxima em teste máximo.

Muitos autores avaliaram a FCM de jogadores de futebol através de testes máximos como por exemplo o *YoYo Test*.

Em teste progressivo máximo, é considerada a FCM o valor de FC medido no momento em que o atleta chega à interrupção do teste.

Osiecki *et al.* (2007), ao analisarem 24 atletas profissionais de futebol de campo, do sexo masculino, de um clube profissional de futebol da cidade de Curitiba/PR, encontraram, através do YYIRT 2, valores médios de FCM de 192,50 ± 6,97 bpm.

Em teste que possui diversas semelhanças com o *YoYo Endurance Test* 2 (YYET2), apresentado como reprodutível para a análise da potência aeróbia máxima para atletas de futebol, Daros (2008), ao avaliar 24 atletas entre juvenis e juniores, encontrou valores de 191,79 ± 6,59 bpm em média.

Utilizando o YYET2, Motta & Angelino (2008) encontraram para 47 atletas sub-17 a FCM de 199 bpm em média. No mesmo estudo, esses autores, utilizando o mesmo protocolo para 13 jogadores de futebol da mesma idade, porém, já atuantes em uma categoria superior, encontraram valores de 198 bpm em média.

Já com a idéia de comparar a FCM no YYIRT 2 e em partidas oficiais, Braghin (2007) avaliou 10 jogadores de futebol juvenis de um clube da primeira divisão paranaense, de forma que no teste máximo encontrou como média valores de 190 ± 7 bpm.

Também com essa idéia, Antonacci *et al.* (2007) encontraram valores médios de 182,6 ± 7,6 bpm ao avaliarem 14 jogadores de futebol profissional de um clube de elite do futebol brasileiro.

TABELA 11

Valores de FCM encontrados por diferentes autores utilizando diferentes protocolos

AUTORES	**PROTOCOLO**	**FCM (bpm)**
ANTONACCI *et al.* (2007)	Corrida de 1000 m.	182,6 ± 7,60
BRAGHIN (2007)	YYIRT 2	190 ± 7,00
OSIECKI *et al.* (2007)	YYIRT 2	192,5 ± 6,97
DAROS *et al.* (2008)	Semelhante a YYET 2	191,79 ± 6,59
MOTTA & ANGELINO (2008)	YYET	199,00
MOTTA & ANGELINO (2008)	YYET	198,20

7.2 Frequência Cardíaca Máxima em situação competitiva.

Hoje em dia, devido ao avanço da tecnologia, é possível medir a FC de atletas de futebol durante partidas oficiais com o auxílio de cardiofrequencímetros que dispensam o uso de relógios, que devido às regras da FIFA não podem ser utilizados durante os jogos.

Utilizando esse método, alguns autores mediram a FCM de jogadores de futebol em partidas oficiais.

Braghin (2007) encontrou valores de 197 ± 9 bpm como média da FCM de 10 jogadores juvenis de um clube da primeira divisão do Paraná. Para chegar a esse valor, o autor mediu a FCM em três partidas oficiais.

Antonacci *et al.* (2007) encontraram valores médios de 193,5 ± 13,9 bpm para 14 jogadores de futebol profissional de um clube da primeira divisão do futebol brasileiro.

TABELA 12

Valores de FCM encontrados por diferentes autores em situações competitivas

AUTORES	**FCM (bpm)**
ANTONACCI *et al.* (2007)	193,50 ± 13,90
BRAGHIN (2007)	197,00 ± 9,00

8 MOTIVAÇÃO

Os autores que encontraram valores de FCM maiores em situações competitivas do que em situações em que os atletas foram submetidos a testes máximos deram ênfase ao fator psicológico como sendo principal responsável por essa diferença.

Samulski (1992) cita duas funções básicas das emoções para os atletas de alto nível. A primeira é a de organizar, orientar e controlar as ações, o que significa que atletas orientados ao fracasso planificam suas ações de forma diferente de atletas orientados ao sucesso. A segunda é uma função energética e de ativação, que significa que um atleta motivado participa com mais intensidade dos treinamentos do que um atleta desmotivado.

Dentre as emoções envolvidas no esporte, a mais citada pelos autores que fizeram a comparação da FCM em teste máximo e em situação competitiva foi a motivação.

Motivação é a totalidade de fatores que determinam a atualização de formas de comportamento dirigido a um determinado objetivo, e é caracterizada por ser um processo ativo, intencional e dirigido a uma meta, o qual depende da interação de fatores pessoais (intrínsecos) e ambientais (extrínsecos) (SAMULSKI, 2002).

Segundo essa definição de Samulski (2002), podemos pensar que em situação competitiva, o indivíduo teria inúmeros fatores que não apareceriam em testes máximos, tanto ambientais (extrínsecos), como por exemplo, torcida, imprensa e pressão por resultados, quanto fatores pessoais (intrínsecos), como por exemplo, a competitividade, o foco em alcançar metas esportivas com o grupo e a busca por se destacar individualmente. Todos esses fatores poderiam levar os atletas de futebol a um maior empenho em partidas oficiais do que em testes máximos, fato que poderia vir a explicar as diferenças entre a FCM nas duas situações em questão.

9 CONCLUSÃO

Conforme foi averiguado, a FCM é importante parâmetro a ser analisado em jogadores de futebol para que possamos identificar qual é a intensidade de esforço que o mesmo desempenha durante a maior parte das partidas. Porém, devemos tomar muito cuidado ao considerarmos a FCM encontrada em testes máximos como valor absoluto,

uma vez que fatores psicológicos, sendo principalmente a motivação, são apresentados por atletas em partidas oficiais, fato que não ocorre nas situações de testes máximos, amplamente usados no futebol.

Dessa forma, a FCM encontrada em testes máximos pode ser usada para se mensurar a Intensidade de Esforço (IE) de jogadores de futebol, desde que se tome muito cuidado ao utilizar o %FCM para avaliar qual foi a IE de um atleta em uma partida oficial, pois dessa forma poderemos estar subestimando a FCM dos atletas e com isso, acreditar que esses atletas estarão atuando em zonas de intensidade mais altas do que de fato estarão.

Quanto a esses testes máximos, o YYIRT se apresenta como ferramenta muito útil para profissionais de Educação Física que atuam no futebol, uma vez que se trata de um teste facilmente aplicável e que pode oferecer, além de valores de FCM, valores estimados de $VO_{2máx}$ que podem vir a ser extremamente úteis para o planejamento e o controle do treinamento de jogadores de futebol.

10 REFERÊNCIAS

AL-HAZZAA, H.M.; ALMUZAINI, K.S.; AL-REFAEE, S.A., SULAIMAN, M.A.; DAFTERDAR, M.Y.; AL-GHAMEDI, A. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** v.41, n.1, p.54-61, 2001.

ALI, A.; FARRALLY, M. Recording soccer players' heart rates during matches. **Journal of Sports Science.** v. 9, n.2, p.183-189, 1991.

ANTONACCI, L.; MORTIMER, L.F.; RODRIGUES, V.M.; COELHO, D.B.; SOARES, D.D.; SILAMI-GARCIA, E. Competition, estimated, and test maximum heart rate. **The Journal of Sports Medicine & Physical Fitness.** v.47, n.4, p. 418-421, 2007.

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.32-36, 2002.

BANGSBO, J.; NORREGAARD, L; THORSO, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Sciences**. v.16, n.2, p.110-116, 1991.

BANGSBO, J. **The physiology of the soccer, with special reference to intense *Intermittent* exercise.** August Krogh Institute/University of Copenhagen, Copenhagen, 1993.

BANGSBO, J**. Fitness Training in Football - a scientific approach**. August Krogh Institute - Copenhagen University, 1994.

BANGSBO, J.; MICHALSIK, L. Assessment of physiological capacity of elite soccer players. In: MURPHY, A.; REILLY, T.; SPINKS, W. (Eds.) **Science and Football IV**, London, p. 53-62, 2002.

BANGSBO, J.; MARCELLO, I.F.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo *Intermittent Recovery* test: A useful tool for evaluation of physical performance in *Intermittent* sports. **Sports Medicine.** v.38, n.1, p.37-51, 2008.

BILLOWS, D.; REILLY, T.; GEORGE, K. Physiological demands of match play and training in elite adolescent Footballers. In REILLY T., ARAUJO, D.; CABRI, J. (Eds.) **Science and Football V**. p.453-461, London/New York, 2005.

BRAGHIN, R.S. **Respostas da Frequência Cardíaca de Atletas de Futebol Juvenil Durante Três Jogos Oficiais.** Dissertação (Mestrado em Educação Física). Orientador: Prof. Dr. Ídico Luiz Pellegrinotti. Faculdade de Ciências da Saúde - FACIS. Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, 2007.

CAMPEIZ, J.M.; OLIVEIRA, P.R.; MAIA, G.B.M. Análise de variáveis aeróbias e antropométricas de futebolistas profissionais juniores e juvenis. **Revista Conexões.** v.2, n.1, p.1-19, 2004.

COELHO, D.B. **Determinação da intensidade relativa de esforço de jogadores de futebol de campo durante jogos oficiais, usando-se como parâmetro as medidas da freqüência cardíaca.** Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo). Orientadores: Prof. Dra. Danusa Dias Soares; Prof. Dr. Emerson Silami-Garcia. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

COELHO, D.B.; MORTIMER, L.A.C.F.; CONDESSA, L.A.; SOARES, D.D.; BARROS, C.L.M.; SILAMI-GARCIA, E. Limiar anaeróbio de jogadores de futebol de diferentes categorias. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano** v.11, n.1, p.81-87, 2009.

DAROS, L.B. **Proposta de Teste de Potência Aeróbia Máxima para Atletas de Futebol**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki. Departamento de Educação Física. Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

DENADAI, B.S. Consumo máximo de oxigênio: fatores determinantes e limitantes. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.1, n.1, p.85-94, 1995.

DENADAI, B.S. Índices **fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações.** BSD, Ribeirão Preto, 1999.

DIAZ, F.J.; MONTAÑO, J.G.; MELCHOR, M.T.; GARCÍA, M.R.; GUERRERO, J.H.; RIVERA, A.E.; TOVAR, J.A.; MORENO, M.F. Changes of physical and functional characteristics in soccer players. **Revista de Investigación Clínica.** v.55, n.5, p.528-34, 2003.

DUNBAR, G.M.J. An examination of longitudinal change in aerobic capacity through the playing year in English professional soccer players, as determined by lactate profiles. In: **Science and Football IV.** p.72-75, London, 2002.

FARREL, P.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; BILLING, J. L.; COSTILL, D. L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** v.11, n.4, p. 338-344, 1979.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen uptake kinects in human. **Exercise & Sports Science.** v. 9, n.1, p. 35-70, 1996.

GALOTTI, F.M.; CARMINATT, L.J. Variáveis identificadas em testes progressivos intermitentes. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v.2, n.7, p.01-17, 2008.

HELGERUD, J.; ENGEN, L. C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic *Endurance* training improves soccer performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise.** v.33, n.11, p.1925-1931, 2001.

HELGERUD, J.; HOYDAL, K.; WANG, E.; KARLSEN, T.; BERG, P.; BJERKAAS, M.; SIMONSEN, T.; HELGENSEN, C.; HJORTH, N.; BACH, R.; HOFF, J. Treinamentos aeróbicos intervalados de alta intensidade melhoram o VO2 Máximo mais do que o treinamento moderado. **Medicine & Science in Sports & Exercise** v.39, n.4, p.665-671, 2007.

JUNIOR, E.C.P.L.; SOUZA, F.B.; MAGINI, M.; MARTINS, R.A.B.L. Estudo comparativo do consumo de oxigênio em um teste de esforço progressivo entre atletas profissionais e juniores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.12, n.6, p. 323-326, 2006.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENSBERG, A.; REDERSEN, P, K.; BANGSBO, J. The Yo-Yo *Intermittent Recovery Test*: Physiological Response, Reliability, and Validity. **Medicine & Science in Sports & Exercise. v.**35, n.4, p.697-705, 2003.

KRUSTRUP, P; MOHR, M.; NYBO, L.; JENSEN, J.M.; NIELSEN, J.J.; BANGSBO, J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.38, n.9, p.1666-73, 2006.

MCARDLE, W. W.; KATCH, R. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano.** 5ª. ed: Editora Guanabara Koogan, 2003.

MAYHEW, S.R.; WENGER, H.A. Time-Motion Analysis of Professional Soccer. **Journal of Human Movement Studies**, v. 11, p. 49-52, 1985.

MORTIMER, L.; CONDESSA, L.; RODRIGUES, V.; COELHO, D.; SOARES, D.; SILAMI-GARCIA, E. Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de futebol**. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.** v.6, n.2, p.154-159, 2006.

MOTTA, D.A.; ANGELINO, A.A. Aporte de la frecuencia cardíaca en futbolistas durante el período de competência. **Revista Argentina de Cardiologia**. v.77, n.1, p.27-32, 2008.

OSIECKI, R.; GLIR, F.G.; FORNAZIERO, A.M.; CUNHA, R.C.; DOURADO, A.C. Parâmetros antropométricos e fisiológicos de atletas profissionais de futebol. **Revista da Educação Física/UEM Maringá,** v.18, n.2, p.177-182, 2007.

PATE, R.R.; KRISKA, A. Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory *Endurance*. **Sports Medicine**. v.1, n.2 p.87-98, 1984.

PEREIRA, J.L. **Correlação entre desempenho técnico e variáveis fisiológicas em atletas de futebol.** Dissertação (Mestrado em Educação Física). Orientador: Prof. Dr. Sérgio Gregório da Silva. Universidade Federal do Paraná - Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas. Curitiba, 2008.

REBELO, A.N.C. **Caracterização da atividade física do futebolista em competição.** Dissertação (Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica) – Facudade de Ciências do Desporto e da Educação Física, Universidade do Porto, 1993.

REILLY, T. Energetic of high intensity exercise (soccer), with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**, v.15, n.3, p.257-263, 1997.

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer**. Journal of Sports Sciences**, v.18, n.9, p.669-683, 2000.

RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T.; CARTER, J. E. L.; MARTIN, A. Investigation of anthropometrics and work-rate profiles of elite south American international soccer player. **Journal of Spors Medicine and Physical Fitness.** v. 40, n.2, p.162-169, 2000.

SAMULSKI, D**. Psicologia do esporte: teoria e aplicação prática.** Imprensa Universitária, Belo Horizonte, 1992.

SAMULSKI, D. **Psicologia do esporte.** Editora Manole, São Paulo, 2002.

SANTOS, J.A.R. Preparador Físico: Realidade, logro ou utopia? **Revista Horizonte**, v.IX, n.51, p.101-112, 1992.

SILVA, SG,; PEREIRA, JL; KAISS, L; KULAITIS, A.; SILVA, M. Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol das categorias profissional, junior e juvenil. **Revista do Treinamento Desportivo**, v.3, n.2, p.35-39, 1997

SILVA, A.I.; RODRIGUEZ-AÑEZ, R. A Frequência cardíaca e a intensidade da atividade física do árbitro assistente durante a partida de futebol. **Revista da Educação Física/UEM Maringá**. v.14, n.1, p.53-57, 2003.

SILVA, J.F.A.L. **Avaliação e controlo do treino no Futebol - Estudo do impacto fisiológico de exercícios sob forma jogada**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto). Faculdade de Ciências do Desporto e da Educação Física, Universidade do Porto, 2003.

SILVA, J.R.M**. Fadiga e Recuperação no futebol.Análise do impacto fisiológico e funcional do jogo formal de futebol de onze**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto). Orientadores: Prof. Dr. António Natal e Prof. Dr. José Magalhães. Faculdade do Desporto. Universidade do Porto, 2007.

SOARES, J. Particularidades Energético-funcionais do treino e da competição nos Jogos Desportivos. O exemplo do futebol. In GARGANTA, J. (Ed.) **Horizontes e órbitas no treino dos jogos desportivos**. Centro de estudos dos jogos desportivos. Faculdade das Ciências do Desporto e da Educação Física. Universidade do Porto. p.37-49, 2000.

SOARES, J. **O treino do Futebolista** (volume 1) Porto Editora. Porto, 2005.

STRUDWICK, T.; REILLY, T. Work-rate profiles of elite Premier League pootball players. **Insight,** v.2 n.4, p.28-29, 2001.

STRUDWICK, A.; REILLY, T.; DORAN, D. Anthropometrics and fitness profiles of elite players in two football codes. **Journal of Sports and Medicine Physical Fitness.** v.42, n.2, p. 239–242, 2002.

SUTTON, J.R.; JONES, N.L. Exercise testing in health and disease. **Canadian Family Physician.** v.20, n.4, p.66-9, 1974.

TUMILTY, D. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Medicine** v.16, n.2, p.80-96, 1993.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício.** 1ª. ed Brasileira: Editora Manole Ltda, 2001.

WISLOFF, U., J. HELGERUD, AND J. HOFF. Strength and *Endurance* of elite soccer players. **Medicine and Science of Sports and Exercise**. v.30, n.3, p.462–467, 1998.

YAMANAKA, K.; HAGA, S.; SHINDO, M.; NARITA, J.; KOSEKI, S.; MATSUURA, Y.; EDA, M. Time and motion analysis in top class soccer games. In: REILLY, T., LEES, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W.J. (Eds.). **Science and Football**, London. p.334-340, 1998.