

**Universidade Federal de Ouro Preto
Centro Desportivo**

Mariana Alves Cavazza

Perfil da atividade futebol: uma revisão de literatura

**Ouro Preto – MG
2014**

Mariana Alves Cavazza

Perfil da atividade futebol: uma revisão de literatura

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Educação Física - Bacharelado da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação da mesma.

Orientador (a): Prof. Dr.

Daniel Barbosa Coelho

**Ouro Preto – MG
2014**

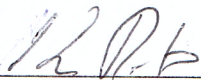


Ata da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

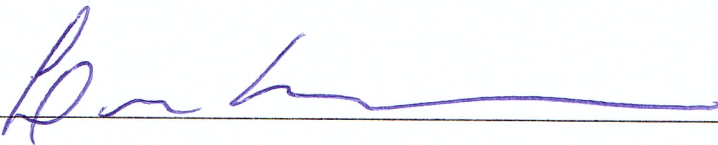
Perfil da atividade futebol: uma revisão de literatura

Aos 16 dias do mês de Dezembro de 2015, no sala 105 do bloco de salas da Universidade Federal de Ouro Preto, reuniu-se a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) estudante Mariana Cavazza orientada pelo (a) Prof.^(a) Daniel Barbosa Coelho. A defesa iniciou-se pela apresentação oral feita pelo (a) estudante, seguida da arguição pelos membros da banca. Ao final, os membros da banca examinadora reuniram-se e decidiram por aprovada o (a) estudante. A média final foi de: 8,8 pontos.

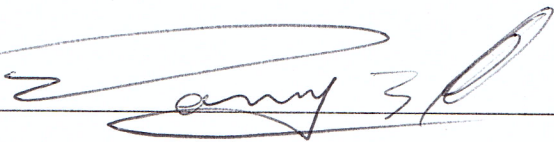
Banca examinadora:



Membro 1 - Prof.^(a): Kelerson Mauro



Membro 2 - Prof.^(a): Lenice Kappes Becker



Orientador (a) - Prof.^(a): Daniel Barbosa Coelho

RESUMO

Pelas características do futebol, que são diferentes de outros esportes nos quais a intensidade de esforço permanece constante ou sofre poucas variações ao longo de sua realização, bem como pelas regras que regem este esporte, até hoje não foi possível se determinar com precisão qual é a real intensidade de esforço à qual os jogadores de futebol estão submetidos durante jogos oficiais de uma competição. Mesmo que estudos anteriores tenham realizado investigações relevantes, estas foram feitas em sua grande maioria em ambientes de laboratório, jogos simulados ou com amostras de jogadores pouco representativas. As atividades realizadas durante um jogo de futebol vão desde movimentos básicos, como passes e trotes, até corridas máximas e disputas de bola, alternando a intensidade durante todo tempo. A demanda fisiológica para a prática do futebol, está relacionada à capacidade física dos jogadores, que pode ser dividida nas seguintes habilidades. A maioria das atividades que demandam energia no futebol é de intensidade submáxima com as situações de alta intensidade sendo infrequentes e de curta duração. No entanto, as atividades realizadas em alta intensidade de esforço constituem o componente anaeróbico do futebol, e frequentemente, o desempenho nestas ações, determina o resultado do jogo . Desta forma, determina-se que os jogadores de futebol possuem maior potência anaeróbica em comparação com várias outras modalidades esportivas como basquete e outros. Assim pode-se classificar o futebol como uma atividade intermitente de alta intensidade.

SUMÁRIO

Introdução-	14
Objetivo -	16
Metodologia -	17
Revisão de literatura -	18
Conclusões -	55
Referências -	56

1- INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte amplamente divulgado e praticado mundialmente por pessoas de ambos os sexos e de várias idades. A audiência dos campeonatos mundiais deste esporte é equivalente às olimpíadas, que é um evento esportivo que reúne milhares de atletas de todo mundo em várias modalidades. Atualmente existem mais de duzentos milhões de jogadores de futebol em atividade ao redor do mundo (FIFA¹, 2015).

O futebol é considerado como uma atividade intermitente de alta intensidade (EKBLÖM, 1994; RIENZI *et al.*, 2000), e é caracterizado por corridas em alta velocidade de curta duração, saltos, cabeceadas, e disputas de bola, sendo que todas estas atividades demandam muita força e potência muscular. No entanto, durante mais da metade de um jogo de futebol, os jogadores estão parados ou andando. Por estas características e pela longa duração do jogo, este esporte exige dos atletas além de um bom nível técnico, que eles tenham um bom condicionamento físico (WISLOFF *et al.*, 1998).

O conhecimento mais detalhado da intensidade de esforço na qual os atletas de futebol realizam suas atividades durante o jogo é importante para que os treinamentos sejam planejados de forma específica para esta modalidade. Além deste aspecto, o tempo de recuperação entre estes mesmos treinamentos, bem como entre jogos de uma competição oficial podem ser mais bem determinados. Isto pode representar um fator importante na preservação da integridade física do atleta e na manutenção dos níveis de rendimento dos mesmos nos treinamentos e jogos.

¹ www.fifa.com

A intensidade de esforço pode ser representada de várias formas. Recomenda-se a FC como uma variável aplicável e prática para o monitoramento da intensidade de esforço durante um jogo de futebol (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; ESTON *et al.*, 1998; FLANAGAN; MERRICK, 2002; GLEIM *et al.*, 1981; HILIOSCORPI *et al.*, 2003; STRATH *et al.*, 2000; TREIBER, 1989; ALI; FARRALY, 1991; CAPRANICA, *et al.*, 2001). Isto devido a relação linear existente entre o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca dado o aumento da intensidade do exercício (ASTRAND *et al.*, 1973; ASTRAND; RYHMING, 1954; HOWLEY *et al.*, 1995; MILES *et al.*, 1992; OGUSHI, *et al.*, 1993; SHEPHARD, 1992; SILAMI-GARCIA *et al.*, 2005; SMITH *et al.*, 1993; SWAIN *et al.*, 1994), preferencialmente expressa como percentual da frequência cardíaca máxima (KARVONEN; VUORIMAA, 1988). Pelas características do futebol, que são diferentes de outros esportes nos quais a intensidade de esforço permanece constante ou sofre poucas variações ao longo de sua realização, bem como pelas regras que regem este esporte, até hoje não foi possível se determinar com precisão qual é a real intensidade de esforço à qual os jogadores de futebol estão submetidos durante jogos oficiais de uma competição. Mesmo que estudos anteriores tenham realizado investigações relevantes, estas foram feitas em sua grande maioria em ambientes de laboratório, jogos simulados ou com amostras de jogadores pouco representativas.

1.1 – Objetivo

Os objetivos do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre o perfil do futebol de campo.

1.2 – Justificativa

As informações existentes a respeito das exigências metabólicas e fisiológicas impostas aos jogadores durante partidas oficiais de futebol são limitadas, não havendo estudos realizados com atletas de alto nível durante jogos oficiais por limitações tecnológicas, pelas regras da modalidade e pela dificuldade de aquisição de uma amostra representativa. No entanto, o futebol é uma das modalidades mais difundidas e praticadas do mundo por um grande número de atletas de níveis e idades variados, além de um grande público de praticantes recreacionais.

Conhecendo-se um pouco mais sobre a demanda fisiológica de um jogo de futebol, pode-se interferir com mais segurança e acurácia em algumas situações pertinentes à modalidade, como: planejamentos de treinamentos, duração de uma competição, intervalo de recuperação entre jogos e público restrito para a atividade.

2 - METODOLOGIA

Este texto trata sobre uma revisão literária, que de acordo com Noronha e Ferreira (2000) são estudos que analisam a produção bibliográfica em determinada área temática, onde se discute informações produzidas na área de estudo. Essa revisão é classificada por Silveira (1992), Noronha e Pires (2000) como uma revisão expositiva, que expõe um tema a partir da análise e síntese de várias pesquisas. Quanto ao propósito será uma pesquisa analítica que realizará revisões esporádicas ou periodicamente sobre temas específicos. A pesquisa foi realizada com base em tal entendimento mediante análise de artigos, dissertação de mestrado e pesquisas em livros utilizando como base de dados; SciELO, Lilacs, Portal de Periódicos CAPES que, relatam sobre os descritores: Futebol e perfil da atividade as cruzadas dos artigos selecionados, e da busca sobre o tema na Biblioteca da Medicina/Sisbin/UFOP.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Perfil da atividade (Caracterização do Futebol)

O futebol é um esporte praticado em todos os continentes e a adesão à modalidade vem aumentando a cada ano, especialmente entre os jovens e veteranos (REILLY, 1997). É um esporte muito antigo e um dos mais populares do mundo, com mais de 150 países associados à FIFA (Federação Internacional de Associações de Futebol), que foi fundada em 1904. Atualmente existem mais de duzentos milhões de jogadores de futebol em atividade ao redor do mundo (FIFA, 2015). Outro fator que demonstra a abrangência desta modalidade é a audiência que cresce de forma impressionante a cada evento esportivo mundial (TUMILTY, 1993 a).

O jogo de futebol acontece em um campo de no máximo 75 m de largura por 110 m de comprimento em jogos internacionais e 90 m por 120 m em jogos nacionais com uma superfície coberta por grama. O tempo regular é de duas fases de 45 minutos com 15 minutos de intervalo entre elas (FIFA, 2015).

As atividades realizadas durante um jogo de futebol vão desde movimentos básicos, como passes e trotes, até corridas máximas e disputas de bola, alternando a intensidade durante todo tempo. A demanda fisiológica para a prática do futebol, está relacionada à capacidade física dos jogadores, que pode ser dividida nas seguintes habilidades;

- Desenvolvimento de atividades intermitentes por um longo período de tempo;
- Realização de exercícios em altas intensidades;
- Realização de corridas em velocidade máxima e curta duração (“sprints”);
- Desenvolvimento de força de alta potência em situações específicas, como em chutes, cabeçadas e divididas (BANGSBO, 1994 a).

Em todos os níveis do futebol, nacional e internacional, a demanda de resistência e potência aeróbica dos jogadores é alta e pode ser avaliada pela mensuração da frequência cardíaca (FC) e/ou temperatura corporal. O futebol profissional também é caracterizado por altas demandas de potência anaeróbica, e a concentração de lactato sanguíneo durante um jogo pode ser alta. Valores de cerca de 10 a 12 mM durante uma das duas etapas do jogo, e ao final do mesmo, são freqüentemente medidos. 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 (EKBLÖM, 1986).

A maioria das atividades que demandam energia no futebol é de intensidade submáxima com as situações de alta intensidade sendo infrequentes e de curta duração (RIENZI et al., 2000). No entanto, as atividades realizadas em alta intensidade de esforço constituem o componente anaeróbico do futebol, e freqüentemente, o desempenho nestas ações, determina o resultado do jogo (BALSOM et al., 1992; REILLY et al., 2000; 1997). Desta forma, Verma et al. (1979),

concluíram que os jogadores de futebol possuem maior potência anaeróbica em comparação com várias outras modalidades esportivas como basquete e “hockey”.

Admitindo a distância percorrida pelos jogadores durante um jogo como uma referência da intensidade de esforço, alguns autores demonstraram que os jogadores percorrem, em média, 10 km durante um jogo, podendo existir diferenças significativas entre os jogadores, de acordo com as posições ocupadas pelos mesmos em campo (BANGSBO; MICHALSIK, 2002; SHEPHARD, 1992; SILVA; BARROS, 2005; REILLY, 1997). Dependendo da metodologia utilizada para análise dos dados coletados durante uma partida de futebol, as diferenças entre os jogadores podem se tornar ainda mais evidentes (BANGSBO *et al.*, 1991; BANGSBO, 1994 a). Entretanto, não foram encontradas diferenças entre a distância total percorrida entre times de futebol de divisões diferentes. Por outro lado, as divisões superiores percorrem uma maior parte desta distância em velocidades mais elevadas durante o jogo (EKBLUM, 1986).

Durante uma partida de futebol, tem se observado que somente em torno de 2% da distância total é percorrida com posse da bola, 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 anaeróbicas. Tipicamente, jogos oficiais de uma competição demandam em média um “sprint” a cada 90 s em média, com esforços de alta intensidade de 30s duração de cada jogador. Pode-se inferir, pois que as atividades anaeróbicas 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 (BALSOM *et al.*, 1992; REILLY *et al.*, 2000).

Em decorrência das diferentes funções desempenhadas pelos jogadores, dependendo do sistema tático adotado pela equipe, existem também diferenças entre a exigência física de jogadores que ocupam diferentes posições (RIENZI *et al.*, 2000). Durante um jogo, os jogadores de meio campo percorrem uma distância maior que os atacantes, que por sua vez, percorrem uma distância maior que os zagueiros (BANGSBO, 1994 a), além disso, os jogadores de meio campo possuem uma maior capacidade aeróbica em comparação com os jogadores de outras posições (CASAJUS, 2001; DI SALVO; PIGOZZI, 1998; SHEPHARD, 1992; TUMILTY, 1993 a; WISLOFF *et al.*, 1998), apresentando, portanto, maiores valores de FC durante um jogo (ALI; FARRALY, 1991), sendo considerados como os jogadores mais ativos do time (MATKOVIÉ *et al.*, 1992).

Estas características dos jogadores de meio campo são atribuídas à função de ligação que eles exercem entre a defesa e o ataque, se deslocando na maior parte do tempo em velocidade moderada ou baixa (BANGSBO, 1994 a; BANGSBO *et al.*, 1991; RIENZI *et al.*, 2000).

Pela alta intensidade e longa duração de um jogo de futebol, os jogadores devem ser capazes de manter um bom nível de esforço durante todo o jogo. No entanto, identifica-se um declínio na distância percorrida, na intensidade de trabalho, na FC, nas concentrações de lactato e de glicose no decorrer do jogo (WISLOFF *et al.*, 1998), apontando para uma menor permanência dos jogadores em zonas de maior intensidade no decorrer do jogo (HELGERUD *et al.*, 2001). Possivelmente por este declínio do rendimento físico dos atletas na segunda fase do jogo, o maior número de gols marcados durante uma partida de futebol aconteça nesta fase (ABT *et al.*, 2002).

Quanto ao padrão de movimento dos jogadores, identificou-se em valores percentuais médios, que durante um jogo, os jogadores permanecem parados 17,1% do tempo total, andando 40,4% (6 km/h), em corrida de baixa intensidade os jogadores permanecem 35,1% do tempo total de jogo, sendo este valor subdividido em 16,7% de trote (8 km/h), 17,1% de corrida em “jogging” (12 km/h), e 1,3% de corrida para trás (12 km/h). Já as corridas de alta intensidade perfazem 8,1% do tempo total, consistindo de 5,3% de corrida de velocidade moderada (15 km/h), 2,1% de corrida de alta velocidade (18 km/h) e 0,7% de “sprints” (30km/h) (BANGSBO *et al.*, 1991).

A média de divididas e cabeceadas durante um jogo é de 14 e 9 respectivamente, não existindo diferenças entre as categorias do futebol (EKBLÖM, 1986). Os atacantes realizam uma maior frequência de cabeceadas se comparados com os defensores e jogadores de meio campo. Já os zagueiros saltam mais vezes (BANGSBO, 1994 a) e mais alto durante o jogo (WISLOFF *et al.*, 1998) se comparados com os atacantes e jogadores de meio campo. Tais características correspondem às funções específicas desempenhadas por estes jogadores.

Em termos globais, pode-se observar que os jogadores andam ou estão parados durante a maior parte do jogo, e que a velocidade média durante uma partida de futebol é de 7,2 km/h (SHEPHARD, 1992). No entanto, a intensidade do jogo quando interpretada somente como valores médios de distância percorrida e velocidade, não reflete a intensidade real da modalidade, pois não considerar fatores importantes, tais como cabeceadas, divididas, frenagens e acelerações, que são atividades que também influenciam na demanda energética deste esporte e são inerentes à modalidade (REILLY, 1997; WISLOFF *et al.*, 1998).

Observa-se, portanto, que as exigências físicas têm interferência direta no desempenho durante um jogo, visto que Jogadores com grande habilidade técnica e tática só demonstram estas qualidades durante um jogo de 90 minutos se tiverem altas capacidades de força e resistência, as quais têm relação direta com o rendimento da equipe (WISLOFF *et al.*, 1998).

Desta forma, o futebol é caracterizado como uma atividade intermitente de alta intensidade, cujas características variam com sua função em campo (posição), podendo ser influenciado ainda pelo estilo de jogo individual (DANIEL *et al.*, 2004; EKBLUM, 1994; GRÁCIO-JÚNIOR; PIASECKI, 2004; RIENZI *et al.*, 2000; SOUZA *et al.*, 2004). Assim, quando os dados referentes à relação tempo/movimento nas atividades do futebol forem avaliados, devem-se observar os fatores acima salientados e suas variações durante vários jogos e com vários jogadores, para que se obtenham valores de fato representativos (BANGSBO, 1994 a).

3.2 - Produção energética no futebol

Durante o exercício a energia que é utilizada pelos músculos é fornecida por processos aeróbicos ou anaeróbicos. A via anaeróbica disponibiliza energia pela quebra da adenosina-Trifosfato (ATP), que é estocada dentro dos músculos, originada da divisão da creatina fosfato ou pela degradação do carboidrato para piruvato (glicólise), que leva à formação de lactato. Uma menor disponibilização de energia pela via anaeróbica 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; POWERS; HOWLEY, 2000; WILMORE; COSTIL, 2001).

A via energética aeróbica disponibiliza energia a partir de compartimentos especiais (mitocôndria), dentro da célula muscular pelo uso do oxigênio extraído do sangue. Os substratos para esta reação são formados através da glicólise, do catabolismo da gordura e, em uma menor proporção, dos aminoácidos. O índice de produção de ATP durante o exercício e, bem como, a utilização de substratos, é controlado pela intensidade e duração da atividade. Em indivíduos treinados, os processos de produção de energia pela via anaeróbica, são 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; POWERS; HOWLEY, 2000; WILMORE; COSTIL, 2001).

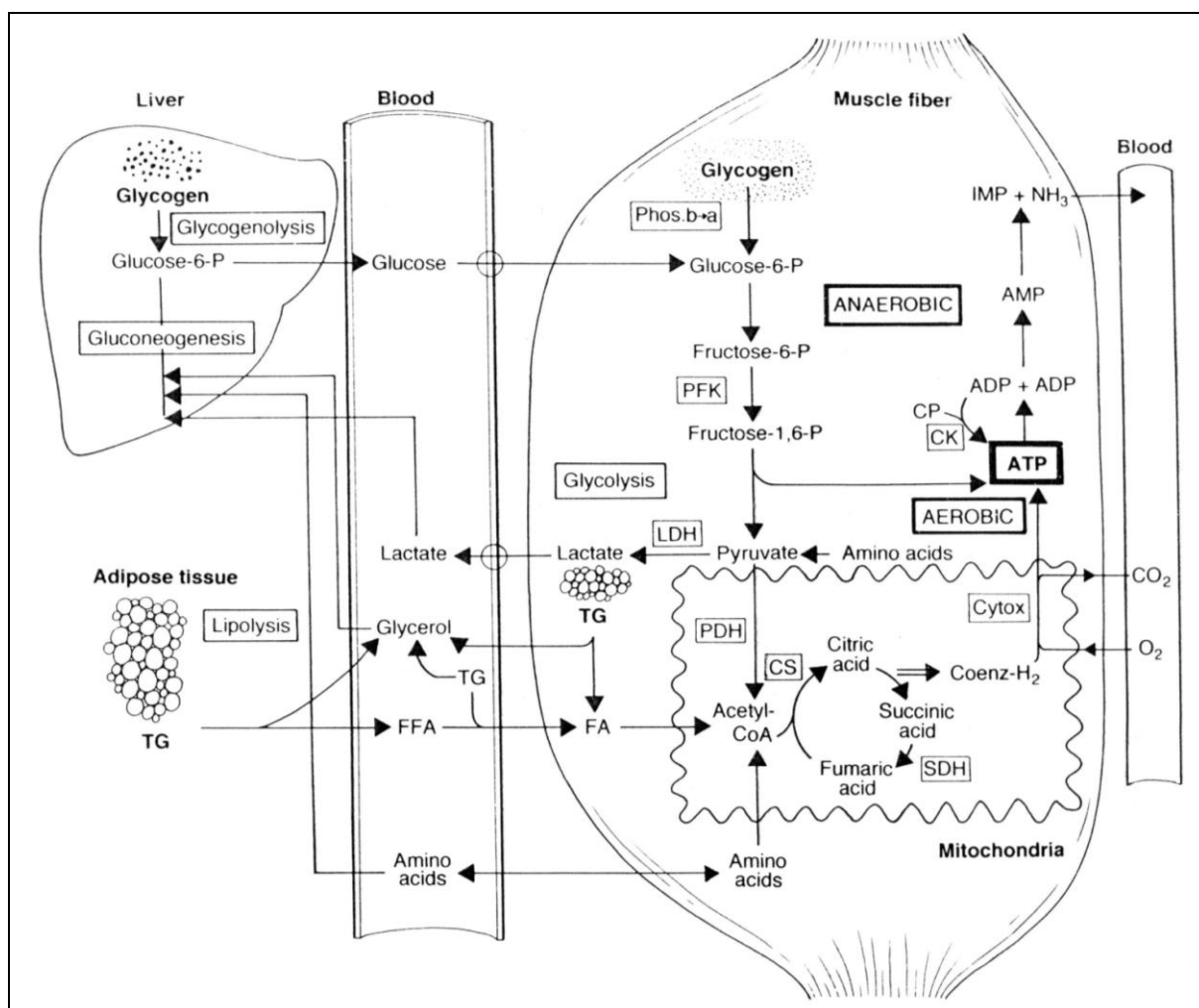
O carboidrato para a glicólise é primariamente obtido do glicogênio armazenado nos músculos em exercício, mas a glicose extraída do sangue é também utilizada. A glicose é extraída do intestino e também disponibilizada para o sangue pelo fígado, onde é formada pela degradação do glicogênio (glicogenólise) ou através de precursores como o glicerol, lactato, piruvato e aminoácidos, num processo chamado gliconeogênese. (McARDLE *et al.*, 2003; POWERS; HOWLEY, 2000; WILMORE; COSTIL, 2001).

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

No futebol, os jogadores desempenham vários tipos diferentes de exercício, com intensidades de esforço que podem variar a qualquer momento desde

movimentos estacionários até corridas máximas. Assim, além de ter uma capacidade bem desenvolvida para o exercício com alta potência, os jogadores devem também ser aptos para desempenharem atividades de longa duração (resistência). Isto separa o futebol dos outros esportes, nos quais, o exercício contínuo é desenvolvido com alta ou moderada intensidade durante todo o tempo (BANGSBO, 1994 a).

Os diferentes processos relacionados à produção de energia são resumidos na FIG. 1, onde algumas das enzimas chaves nas diferentes reações também são apresentadas.

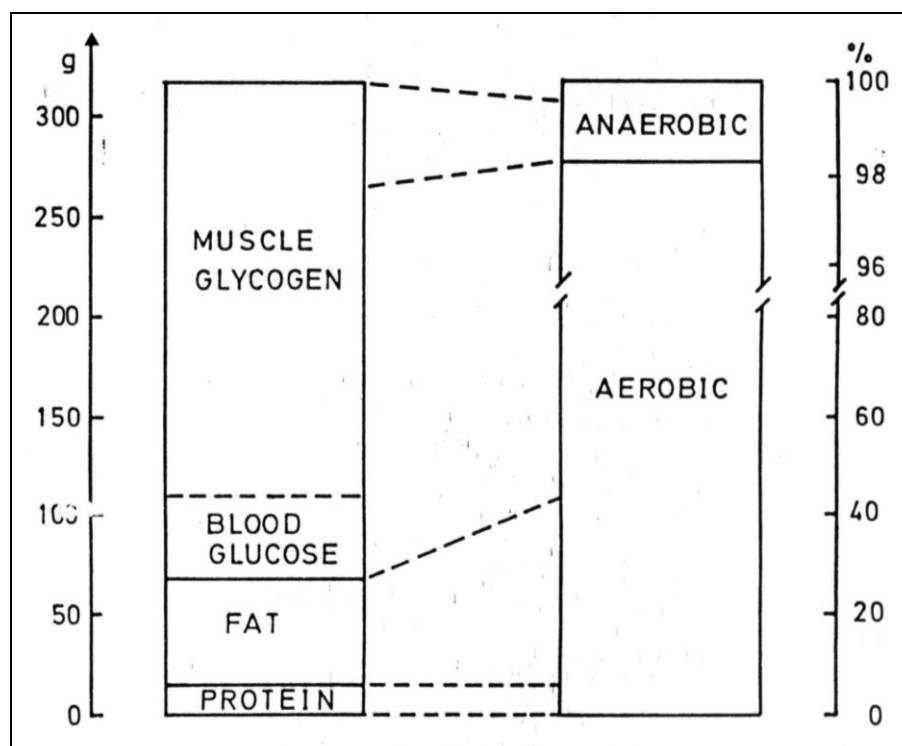


Descrição bioquímica da produção da adenosina triposfato (ATP) nos músculos esqueléticos e os seus substratos. Algumas das enzimas chaves deste processo são apresentadas na figura. ADP, adenosina difosfato; AMP, adenosina monofosfato; CK, creatina quinase; CP, creatina fosfato; CS, citrato sintetase; Cytoc, Citocromo oxidase; FA, ácidos graxos; FFA, ácidos graxos livres; IMP, iosina monofosfato; LDH, lactato desidrogenase; NH_3 , amônia; PDH, piruvato desidrogenase; PFK, fosfofrutoquinase; Phos. A, b, fosforilase a e b; SDH, succinato desidrogenase; TG, triglicérido.

FIGURA 1- Processos de produção de energia
Fonte: Ekblom, 1994, pág 44.

3.3 - Produção aeróbica de energia

A produção de energia aeróbica é alta no futebol (FIG. 2) em comparação com outros esportes coletivos, e muitos jogadores se exercitam em uma zona próxima da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) por um longo período de jogo (EKBLUM, 1986). Isto sugere que no futebol, é a capacidade aeróbica que irá determinar o grau para o qual um alto índice de trabalho muscular de alta intensidade poderá ser sustentado ao longo de uma partida (CASAJÚS, 2001; REILLY, 1997).



Estimativa relativa do consumo de energia aeróbico e anaeróbico e suas respectivas fontes durante um jogo de futebol.

FIGURA 2 - Produção de energia no futebol
Fonte: Bangsbo 1994 a.

Em contrapartida, Ogushi *et al.* (1993), mediram o VO_2 diretamente com o uso da bolsa de Douglas e também a FC durante uma partida amistosa de futebol, concluindo que pela relação entre a FC e o VO_2 , os valores em percentual do consumo máximo de oxigênio ($\%VO_{2max}$) foram maiores do que os valores medidos diretamente. Argumentando que a FC superestimaria a intensidade do jogo. No entanto, os autores não discutem uma possível queda de rendimento no jogo e um concomitante aumento da FC, ambos devido ao uso da aparelhagem e de fatores emocionais decorrentes do mesmo motivo.

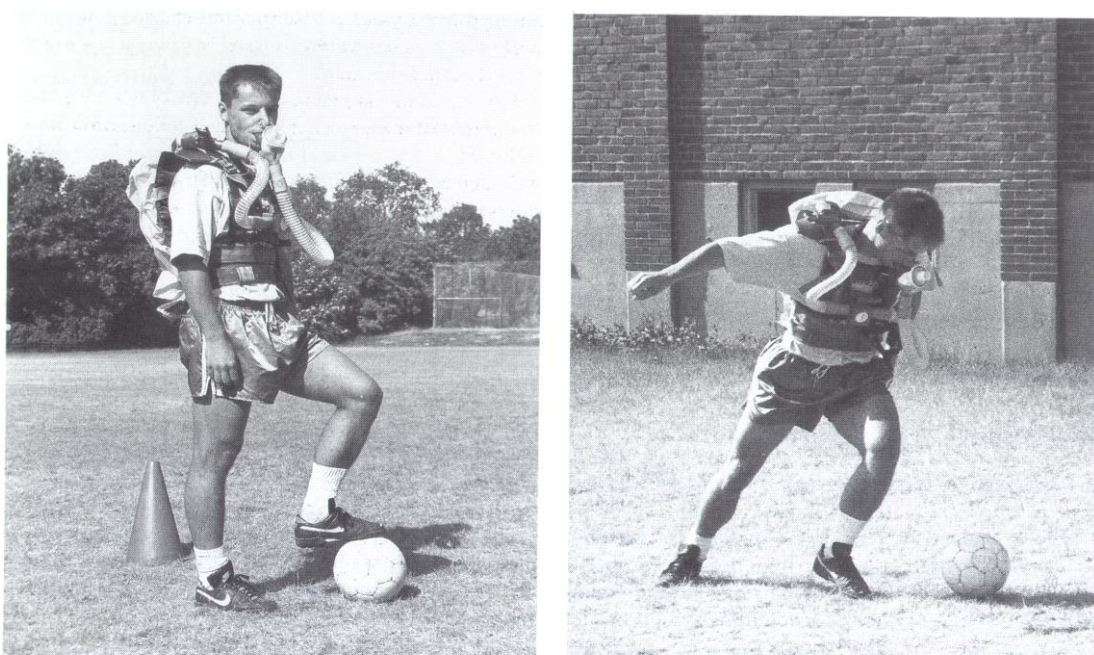


FIGURA 3- Medição direta do consumo de oxigênio.
Fonte: Ekblom, 1994, pág 104.

Visto, portanto, a impossibilidade da determinação do VO_2 , a avaliação do custo energético durante um jogo de futebol é provavelmente melhor obtida através

da medida de outros parâmetros fisiológicos indicadores de desempenho durante ou imediatamente após um jogo. A FC, a temperatura retal ou a concentração de glicogênio muscular tem sido utilizados para tal análise (BANGSBO, 1994 a). Destas medidas, o comportamento da FC apresenta-se como uma variável aplicável e prática para determinação da produção da energia aeróbica (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; ESTON *et al.*, 1998; FLANAGAN; MERRICK, 2002; GLEIM *et al.*, 1981; HILIOSCORPI *et al.*, 2003; STRATH *et al.*, 2000; TREIBER, 1989) durante um jogo de futebol (ALI; FARRALY, 1991; CAPRANICA, *et al.*, 2001). Esta premissa baseia-se na relação existente entre a FC e o VO_2 durante um exercício (ASTRAND *et al.*, 1973; ASTRAND; RYHMING, 1954; HOWLEY *et al.*, 1995; MILES *et al.*, 1992; OGUSHI, *et al.*, 1993; SHEPHARD, 1992; SILAMI-GARCIA *et al.*, 2005; SMITH *et al.*, 1993; SWAIN *et al.*, 1994).

Medidas de FC em jogos oficiais de uma competição da liga nacional dinamarquesa para seis jogadores apresentaram uma média de FC de 164 bpm durante o primeiro tempo, o qual foi menor em cerca de 10 bpm durante o segundo tempo (BANGSBO, 1994 a). O mesmo autor em uma meta-análise relatou que a FC dos jogadores em jogos de futebol varia entre 80 e 93% da $FC_{máx}$. Similarmente, Mohr *et al.* (2004) identificaram que a $FC_{méd}$ durante o jogo foi de 164 e 158bpm respectivamente para o primeiro e segundo tempo de jogo, sendo estes valores diferentes entre si. Estes valores representaram 85 e 86%, caindo para 70% $FC_{máx}$ no intervalo entre os tempos de jogo. Ali e Farraly (1991) também mostraram que a FC dos jogadores foi maior no primeiro tempo em comparação o segundo tempo de jogo de jogo. Além disso, observaram que a FC dos jogadores de meio campo foi em média maior que a FC os jogadores de outras posições durante o jogo.

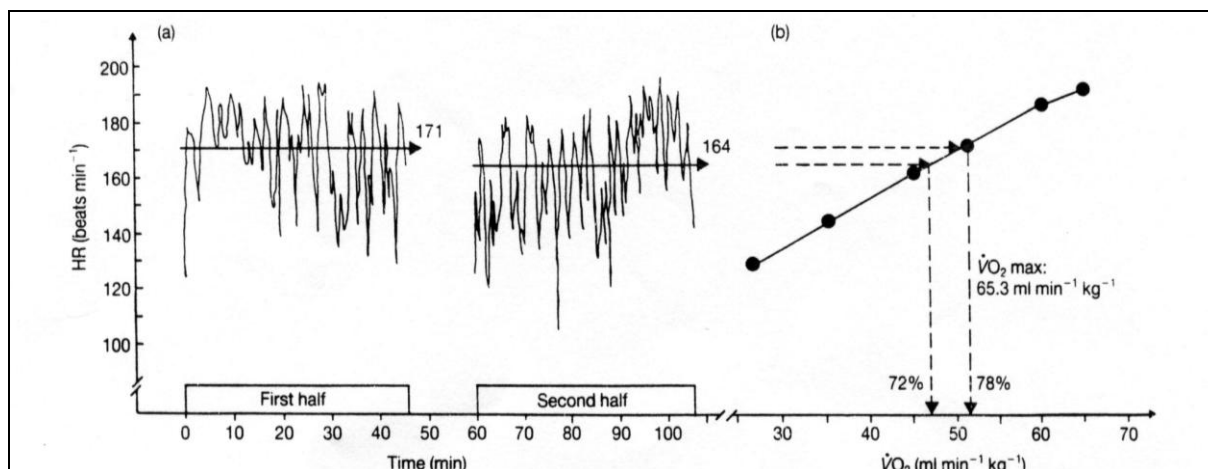
Capranica *et al.* (2001), em seu trabalho com crianças de 11 anos que jogavam futebol, relataram que a FC das crianças durante os jogos de compostos por 11 jogadores, excedeu os 170 bpm durante 88% da duração do primeiro tempo e 80% do segundo tempo. Estes valores estão próximos da FC medida em jogadores de um time de alto rendimento da categoria júnior avaliados por Helgerud (2001), que foi de 171 bpm durante jogos regulares, porém realizados em campo com gramado artificial.

Já Reilly e Keane (2002) encontraram valores médios de FC para um time da categoria sênior de 169bpm durante uma partida, o que foi correspondente a $80\%FC_{\text{máx}}$. O'Connor (2002) por sua vez, avaliando a FC registrada durante 2 jogos amistosos identificou valores médios de 177 bpm para homens e 179 bpm para mulheres. Mostrou ainda que a intensidade média do jogo, representou para os jogadores $90\%FC_{\text{máx}}$, sendo que durante o intervalo, esta intensidade caiu para $60\%FC_{\text{máx}}$. Avaliando 2 jogadores Belgas durante um jogo amistoso Ogushi *et al.* (1993) encontraram valores médios de FC de 165 bpm, e concluíram ainda que as FC médias alcançadas pelos jogadores durante os jogos foram maiores do que as FC medidas durante as atividades em laboratório para o mesmo $VO_{2\text{máx}}$ nestes indivíduos.

A maioria dos estudos expressa a intensidade de esforço durante jogos de futebol como a intensidade média alcançada ao longo de todo o jogo, porém deve-se ressaltar que relatar a intensidade de jogo somente como uma média dos noventa minutos de duração do mesmo pode resultar em uma perda substancial de informações específicas e relevantes sobre a atividade, como momentos mais intensos durante o jogo ou diferenças entre as fases do jogo ou entre as posições ocupadas pelos jogadores em campo (HELGERUD *et al.*, 2001; WISLOFF *et al.*,

1998) Poucos estudos, como os de Capranica, *et al.* (2001), Helgerud *et al.* (2001) e Reilly e Keane (2002), já abordados anteriormente, relataram a intensidade de esforço durante um jogo como zonas de esforço.

Baseado na relação individual entre FC e VO_2 obtida em testes padronizados de laboratório (FIG. 4) a determinação da FC para cada jogador durante um jogo de futebol pode ser transformada em um percentual relativo do $VO_{2máx}$ (SHEPHARD, 1992). Através desta estimativa, valores de intensidade relativa de esforço de aproximadamente 75% do $VO_{2máx}$ têm sido obtidos (BANGSBO 1994 a; EKBLÖM, 1986; REILLY, 1997; REILLY; THOMAS, 1979).



Freqüência cardíaca durante um jogo de futebol e sua relação com o consumo máximo de oxigênio de oxigênio obtida durante um teste em esteira rolante para um jogador profissional. As médias de FC, 163 e 171 bpm, para o primeiro e segundo tempos de jogo respectivamente, foram convertidas para 51,1 e 42,2 ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), correspondentes a 78% (primeiro tempo) e 71% (segundo tempo) do consumo máximo de oxigênio. ($65,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)

FIGURA 4 - Relação entre FC e consumo de oxigênio no futebol
Fonte: Bangsbo, 1994 a.

Bangsbo (1994 b), argumenta que o consumo de oxigênio durante um jogo de futebol corresponde a cerca de 70% do $VO_{2\text{máx}}$, o que significa uma produção de energia durante um jogo de futebol de 1360 kcal para uma pessoa de 75kg com um $VO_{2\text{máx}}$ de $60 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Neste mesmo estudo, o autor mostrou que, ao avaliar a demanda aeróbica durante o jogo a partir da temperatura retal, esta significou uma intensidade relativa de esforço entre 70-80% do $VO_{2\text{máx}}$. Já Reilly (1997) após uma meta-análise relatou que a $FC_{\text{méd}}$ durante um jogo é em torno de 165 bpm, o que corresponde a uma demanda metabólica relativa de aproximadamente 75% do $VO_{2\text{máx}}$, representando para um homem de 75kg de peso o gasto de $70 \text{ kJ}\cdot\text{min}^{-1}$ de energia durante um jogo de futebol. Shephard (1992), diferentemente dos outros autores citados, concluiu que a intensidade média durante um jogo de futebol pode ser estimada como sendo aproximadamente 60% do $VO_{2\text{máx}}$ em jogadores de alto rendimento. Silami-Garcia *et al.* (2005) consideraram a

intensidade do jogo de futebol como o gasto calórico, definindo que o mesmo seria de 11,34 kcal/min para jogadores profissionais de alto nível, variando entre 6,49 a 16,87 kcal/min.

Estes resultados corroboram os achados de Reilly e Ball (1984) que similarmente compararam a demanda fisiológica durante corridas realizadas em esteira com e sem condução de bola e concluíram que a condução de bola aumentou significativamente a demanda metabólica dos atletas em comparação de quando estes atletas corriam nas mesmas velocidades em esteira rolante, porém sem realizar a condução de bola.

Tem se notado que existem diferenças intra-individuais na produção aeróbica de energia durante um jogo de futebol devido à variedade de fatores que influenciam a intensidade na qual o mesmo é realizado, como por exemplo, a motivação, o condicionamento físico, as limitações táticas e o posicionamento do time (BANGSBO *et al.*, 1991; DI SALVO; PIGOZZI, 1998).

Outros fatores que podem influenciar o comportamento da FC durante um jogo de futebol são o sexo e a idade dos praticantes. Entretanto, a FC apresentou nos homens jovens e nas mulheres o mesmo padrão de comportamento observado em homens adultos durante um jogo (O'CONNOR, 2002). Desta forma, a menor intensidade de esforço observada para jovens e mulheres durante um jogo de futebol, pode estar relacionada a uma menor capacidade física dos jogadores deste grupo (BANGSBO, 1994 a, b) bem como a um menor gasto energético durante os jogos em função da menor massa corporal destes indivíduos (SHEPHARD, 1992). Deve-se considerar que os jogadores jovens após a puberdade (LINDQUIST; BANGSBO, 1992), bem como com mulheres (JENSEN; LARSSON, 1992) respondem tão bem quanto os jogadores mais velhos aos estímulos de treinamento.

A determinação da contribuição do sistema aeróbico de produção de energia também foi limitada até então por questões tecnológicas, tendo em vista que os aparelhos para a medição do consumo de oxigênio diretamente interfeririam no andamento do jogo e os aparelhos existentes para a medição da FC também não poderiam ser utilizados durante jogos oficiais de uma competição e por serem pesados e pouco práticos para a medição e armazenamento dos dados da mesma (ALI; FARRALI, 1991).

Tanto a limitação tecnológica sofrida pelos pesquisadores da área esportiva, bem como o seu avanço ocorrido nos últimos anos, ficam claros ao se comparar um gráfico de monitoramento da FC utilizado no presente estudo (GRAF. 1) com um gráfico utilizado para o monitoramento da FC há 20 anos (GRAF. 2). Tendo em vista que o número de medições que podiam ser feitas com a tecnologia anterior era limitado e dependia da interrupção do jogo para a realização das mesmas. Este foi um problema que não foi encontrado no presente estudo, visto que com a tecnologia disponível, pôde-se monitorar a FC de todos os jogadores ao mesmo tempo durante todo o jogo sem interrupções.

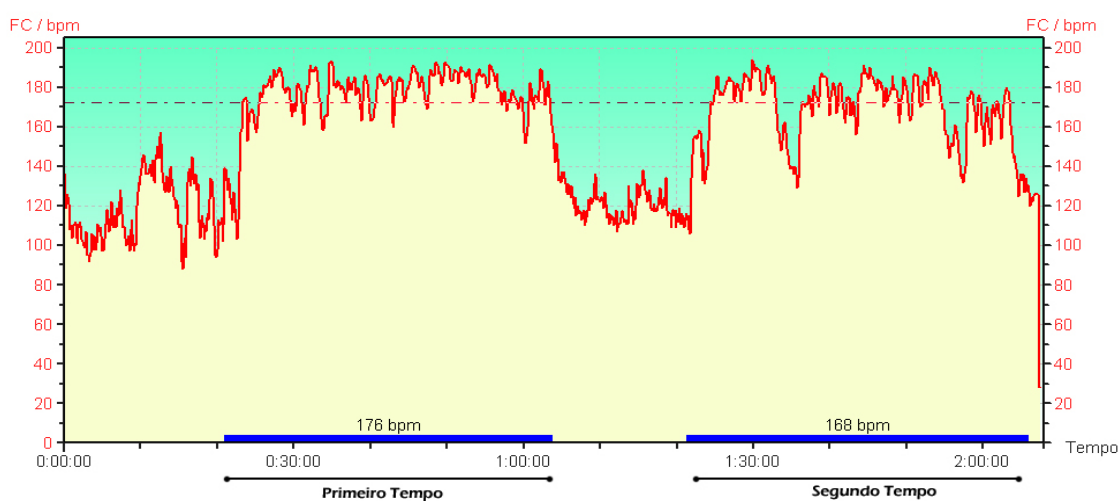


GRÁFICO 1 - Frequência cardíaca de um jogador monitorada durante uma partida de futebol oficial.

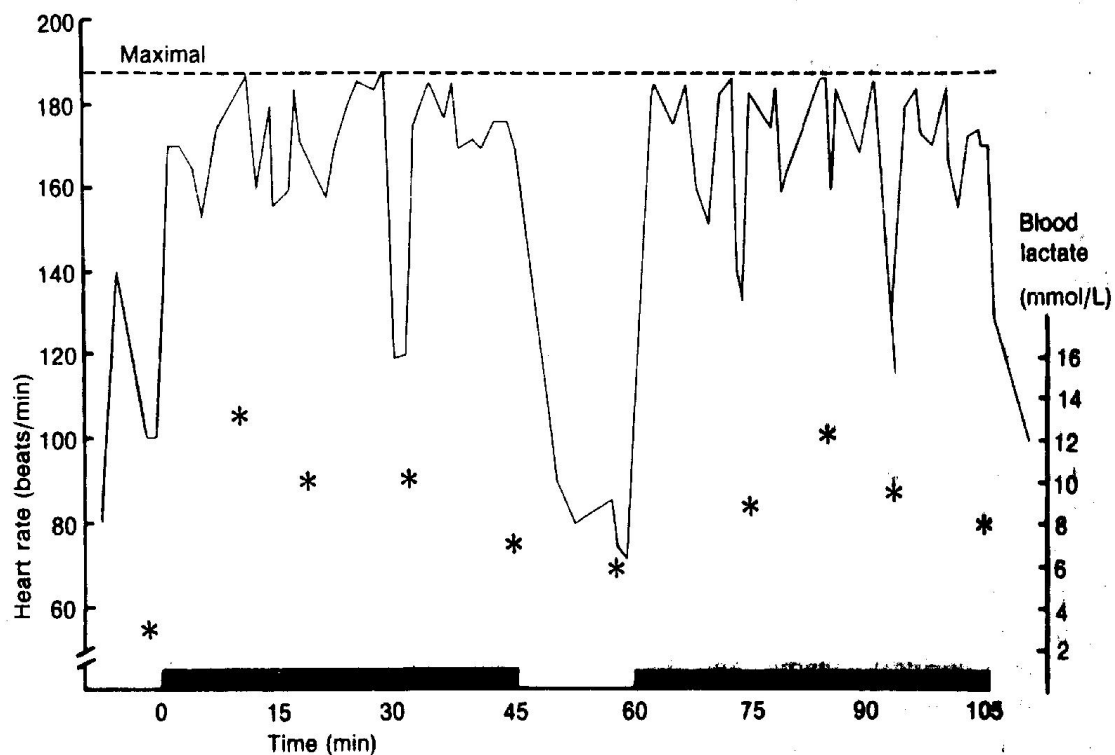


GRÁFICO 2 – Gráfico de frequência cardíaca e lactato antigo

Fonte-Ekblom, 1986.

Os estudos analisados nos mostram, portanto, que provavelmente a diferença nas metodologias empregadas até o momento para analisar a intensidade de esforço a qual os jogadores estão submetidos durante um jogo de futebol, possa ser a principal causa da variabilidade observada nos resultados dos trabalhos

3.3.1 – Capacidade aeróbica máxima dos jogadores de futebol

Os jogadores de futebol, assim como pode ser observado também em outros esportes coletivos, devem ter um bom condicionamento aeróbico. No entanto, o condicionamento aeróbico dos atletas de futebol é menor quando comparado com outros esportes tipicamente de resistência, como por exemplo, os corredores de longa distância (BANGSBO; MICHALSIK, 2002) ou os esquiadores de “cross-country” (TUMILTY, 1993 a).

Os jogadores com 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, aumentar o número de sprints realizados (HELDERUD *et al.*, 2001), melhorar a sua recuperação após os “sprints” (AZIZ *et al.*, 2000) e de diminuir a queda de rendimento no segundo tempo (EKBLUM, 1986), aumentando o rendimento global durante uma partida de futebol (WISLOFF *et al.*, 1998), cujo padrão de atividade é intermitente (NAGAHAMA *et al.*, 1992).

O aumento da capacidade aeróbica pode melhorar, ainda, outros parâmetros como a tolerância psíquica; a prevenção de falhas táticas em função da fadiga; a diminuição dos erros técnicos; a manutenção de alto nível de velocidade de ação e de reação e a manutenção da saúde (WEINECK, 1999). No entanto, Arnason *et al.* (2004) não encontraram relação entre os valores de $VO_{2máx}$ e o sucesso de um time em uma temporada da liga finlandesa.

Os valores de capacidade aeróbica de jogadores profissionais das primeiras divisões das federações e confederações a que eles pertencem, tendem a ser maiores que os valores de jogadoras femininas (HELGERUD *et al.*, 2002; MILES

et al., 1993), jogadores de categorias mais jovens e de divisões inferiores, neste último caso, provavelmente atribuído ao sistema de treinamento inadequado (BANGSBO, 1994 a). Já Santos e Soares (1999) e Brewer e Davis (1992), não encontraram diferença entre os valores de consumo máximo de oxigênio entre divisões diferentes.

Pode-se observar que existe diferença entre a capacidade aeróbica de jogadores de futebol que ocupam diferentes posições em campo (BANGSBO; MICHALSIK, 2002; STRUDWICK *et al.*, 2002), de forma que os jogadores de meio campo possuem maiores valores de capacidade aeróbica quando comparados com o os jogadores de outras posições (BANGSBO, 1994 a; SANTOS; SOARES, 1999; TUMILTY, 1993 a; WISLOFF *et al.*, 1998).

3.3.2 – Limiar anaeróbico

Uma grande capacidade aeróbica, representada como elevado $VO_{2máx}$, permite que os jogadores se exercitem em uma alta intensidade de esforço durante o jogo (CASAJÚS, 2001). Entretanto, deve-se considerar também que dois jogadores com $VO_{2máx}$ semelhantes, não apresentam necessariamente o mesmo desempenho, sendo este, portanto, dependente também de outros fatores (BOSQUET *et al.*, 2002).

O condicionamento aeróbico pode ser associado ao $\%VO_{2máx}$, no qual um determinado esforço submáximo sustentável é realizado, bem como também à resposta de concentração de lactato sangüíneo durante um exercício submáximo contínuo (DAVIS *et al.*, 1979; MACHADO *et al.*, 2003; REILLY *et al.*, 2000).

O limiar anaeróbico (LAN) 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. Quando isto ocorre, verifica-se um aumento na acidez local comprometendo o rendimento do atleta, antecipando assim a instalação da fadiga (FARREL *et al.*, 1979). Quanto maior a intensidade do exercício realizado acima do LAN, mais rapidamente ocorre a instalação da fadiga decorrente da acidose metabólica (GAESSER; POOLE, 1996).

Comumente o LAN está associado a diferentes parâmetros, como velocidade de corrida, freqüência ventilatória, FC, $VO_{2máx}$ ou concentração de lactato (DUNBAR, 2002). Destes parâmetros, uma intensidade de esforço correspondente a concentração sanguínea de lactato de 4mM (IE 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. Entretanto, deve-se observar que individualmente a concentração de lactato sanguíneo nesta intensidade pode variar entre 3 a 5,5 mM (HECK *et al.*, 1985).

O LAN de jogadores de futebol foi identificado como uma intensidade de esforço que representa em média 80% do $VO_{2máx}$ de jogadores de futebol (BUNC *et al.*, 1987; BUNC *et al.*, 1992; CASAJÚS, 2001; CHIN *et al.*, 1992; SANTOS, 1999;), como 170 bpm, como 90% $FC_{máx}$ (AL-HAZZAA *et al.*, 2001; BUNC *et al.*, 1987; BUNC *et al.*, 1992; CASAJÚS, 2001), como 80% da FC de reserva (VANFRAECHEM; THOMAS, 1993) ou 14 km/h (SANTOS, 1999).

Cabe ressaltar que o LAN dos jogadores de meio campo é maior quando comparado com as outras posições dos jogadores da mesma equipe, quando o LAN é representado como limiar ventilatório (AL-HAZZAA, 2001), ou como velocidade de limiar (SANTOS; SOARES, 2002). Isto está de acordo com um maior condicionamento aeróbio dos jogadores que desempenham esta função quando comparados com os outros jogadores da mesma equipe (BANGSBO, 1994 a; SANTOS, 1999; TUMILTY, 1993 a; WISLOFF *et al.*, 1998).

Ohashi *et al.* (1993) determinaram que os jogadores estão cerca de 10% do tempo total de jogo e 30% da distância total percorrida no jogo em velocidades acima da velocidade de LAN. E Miles *et al.* (1992) relataram que em um jogo misto (homens e mulheres) e com o número reduzido de Jogadores em campo ao mesmo tempo, a intensidade média de esforço do jogo foi maior que o limiar anaeróbico. Já Dufour (1993) através de métodos computacionais de deslocamento dos Jogadores em campo, determinou que cerca de 24% do tempo de jogo acontecem em intensidades de esforço em torno do LAN. Wisloff *et al.* (1998) consideraram que o

jogo de futebol é intenso tendo em vista que a intensidade média do jogo está acima do LAN dos jogadores. Miles *et al.* (1993) relatam que constantemente durante um jogo a produção de lactato está acima de 4 mM de lactato.

Valente e Santos (2002) argumentam que o LAN dos jogadores de futebol tem relação direta com a distância percorrida durante um jogo, e por consequência, com o condicionamento aeróbico dos jogadores.

3.3.3 - Consumo de oxigênio (VO_2)

Baseado na relação linear entre FC e VO_2 observada durante de exercícios padronizados em laboratório, os valores de FC dos jogadores durante jogos de futebol têm sido relacionados ao VO_2 destes indivíduos durante esta atividade esportiva (SHEPHARD, 1992). Um exemplo desta relação é mostrado na FIG.4. A partir desta metodologia, valores de $75\%VO_{2max}$ têm sido observados como representativos da intensidade na qual os atletas realizam os jogos de futebol (EKBLUM, 1986, BANGSBO, 1994 a).

Uma vez que a FC representa uma medida indireta da produção aeróbica de energia, problemas relacionados à utilização das medidas de FC para a estimativa do VO_2 têm sido considerados. A FC nem sempre reflete o real VO_2 em uma determinada situação, como contrações isométricas, em situações de estresses emocionais e em exercícios realizados sob estresse térmico (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; ASTRAND; RODAHL, 1977; COLLINS *et al.*, 1991; TUMILTY, 1993 a; REILLY; BALL, 1984; SHEPHARD, 1992). Entretanto, erros na estimativa do VO_2 devido em função destes fatores, parecem ser menores no futebol, visto que neste esporte predominam exercícios dinâmicos com grandes grupos musculares e a intensidade do exercício é regularmente alta, podendo diminuir a interferência dos aspectos citados (BANGSBO, 1994 a; b).

Outro ponto a se considerar, é que o cálculo da relação entre a FC e o VO_2 têm se baseado em dados obtidos em exercícios contínuos, como corridas submáximas em esteira rolante. A questão que se coloca, é se esta relação é válida para o futebol, uma atividade física na qual o padrão de movimento é intermitente.

Bangsbo (1994 a) comparou o consumo de oxigênio durante duas atividades em esteira rolante, ambas com intensidades de esforço progressivas, sendo a primeira constituída por estágios em corridas em velocidades constantes e a segunda constituída por estágios com corridas intermitentes. O autor identificou a mesma relação linear entre o VO_2 e a FC com o aumento da intensidade em ambas as atividades. Em um procedimento parecido desenvolvido em outro estudo com jogadores de futebol (EKBLÖM *et al.*, 1971) os autores concluíram que a mesma relação entre o VO_2 e a FC com o aumento da intensidade obtida em corridas contínuas submáximas é válida para exercícios intermitentes, e muito provavelmente para exercícios desenvolvidos durante o futebol.

Tem sido sugerido que a FC após a realização de uma corrida de alta intensidade e curta duração (“sprint”) aumenta desproporcionalmente em relação ao VO_2 . Entretanto, tem sido observado que as atividades de sprint compreendem menos que 1 min do tempo total de um jogo de futebol (BANGSBO *et al.*, 1991). Assim, a duração total dos períodos nos quais a relação entre a FC e o VO_2 pode ser afetada por mudanças bruscas na intensidade de esforço é pequena, e o VO_2 estimado a partir dos dados de FC medidos durante o jogo de futebol embora possa apresentar valores mais elevados, não apresenta grandes erros de estimativa (BANGSBO, 1994 a; b).

3.3.4 - Freqüência cardíaca máxima

A $FC_{m\acute{a}x}$ é definida como a maior FC alcançada em um teste de avaliação do $VO_{2m\acute{a}x}$ (ASTRAND *et al.*, 1973; ENGELS *et al.*, 1998; HAWKINS *et al.*, 2001; MILLER *et al.*, 1993; TANAKA *et al.*, 2001). Este teste pode exigir apenas um único esforço super-máximo contínuo com duração de 3 a 5 minutos ou a realização de esforços de intensidade progressiva até a fadiga (McARDLE *et al.*, 2003).

No entanto, Boudet *et al.* (2002) argumentam sobre a não existência de consenso sobre a definição da $FC_{m\acute{a}x}$, além de apontarem a falta de um protocolo fidedigno para mensuração da mesma (BOUDET *et al.*, 2002; ROBERGS; LANDWEHR, 2002). Entretanto, mesmo existindo parâmetros fisiológicos para determinar a $FC_{m\acute{a}x}$, a equação 220-idade para o cálculo da mesma tem sido utilizada, como se pode observar no estudo de (POBER *et al.*, 2004).

Esta divergência encontrada na literatura em relação à metodologia utilizada para a determinação da $FC_{m\acute{a}x}$ durante os exercícios é evidenciada por achados como os de Deutsch *et al.* (1998) que avaliaram a resposta da FC em jogadores de Rúgbi, Palmer *et al.* (1994) que avaliaram esta resposta em ciclistas, César *et al.* (2002) que avaliaram lutadores de karatê e Gleim *et al.* (1981) que avaliaram jogadores de futebol americano. Todos encontraram maiores valores de $FC_{m\acute{a}x}$ nos atletas, nas competições em comparação com os testes de esforço máximo realizados em laboratório.

Por outro lado Peres e Havette (1987), não encontraram diferença ao comparar os valores de $FC_{m\acute{a}x}$ de ciclistas obtidos em testes de laboratório e

durante treinamentos, mas não realizaram a mesma comparação em situações competitivas.

Os estudos apresentados até o momento, apontam para a possibilidade de superestimativa da intensidade relativa esforço de uma determinada modalidade esportiva através da medida da FC dos praticantes, quando a mesma baseia-se no valor de $FC_{m\acute{a}x}$ obtido durante um teste e não naquela observada durante uma situação real de jogo.

Um outro fator que dificulta a definição da medida da $FC_{m\acute{a}x}$ e sua determinação é a baixa aplicabilidade de testes máximos de avaliação do condicionamento físico em larga escala, uma vez que os mesmos podem acarretar riscos aos indivíduos testados (FERNAHALL *et al.*, 2001; TANAKA *et al.*, 2001). Com o objetivo de minimizar estes riscos e possibilitar a prescrição adequada de atividades físicas para pessoas com os mais variados níveis de aptidão física, a $FC_{m\acute{a}x}$ tem sido usualmente determinada através de testes submáximos de avaliação do condicionamento físico, ou também através de equações que estimam a mesma (ENGELS *et al.*, 1998, FERNAHALL *et al.*, 2001).

Levando em consideração a variação interindividual, em função dos fatores apresentados, tem sido sugerida a utilização de testes de esforço máximo para a determinação da $FC_{m\acute{a}x}$ ao invés de sua estimativa (ACSM, 2003; BOUDET *et al.*, 2002; TANAKA *et al.*, 2001; ZAVORSKY, 2000). Isto diminui a possibilidade de erro na determinação das zonas de treinamentos físico baseadas em percentuais da $FC_{m\acute{a}x}$ (ACSM, 2003).

A $FC_{m\acute{a}x}$ pode ser utilizada como um parâmetro de referência no cálculo da intensidade máxima de esforço a ser realizada, devido a relação linear observada entre a FC e o $VO_{2m\acute{a}x}$ em atividades com intensidade progressiva (MILLER *et al.*,

1993; MOON; BUTTE, 1996; ASTRAND; RYHMING, 1954). Em função desta relação, admite-se que a uma determinada intensidade de esforço, $\%FC_{\text{máx}}$ corresponda a um determinado $\%VO_{2\text{máx}}$ (LONDEREE *et al.*, 1995). Além disto, pela diminuição da $FC_{\text{máx}}$ e aumento da FC de repouso com o aumento da idade, sugere-se que a intensidade de esforço expressa como $\%FC_{\text{máx}}$ seja um bom indicativo desta intensidade minimizando erros no monitoramento e prescrição da atividade física (KARVONEN; VUORIMAA, 1988).

Desta forma, a partir desta relação linear entre a FC e VO_2 , podemos utilizar uma variação de FC calculada enquanto um valor $\%FC_{\text{máx}}$ para o controle da intensidade de uma dada atividade física, bem como, para a prescrição individualizada do treinamento físico (COLLINS *et al.*, 1991; ENGELS *et al.*, 1998; LONDEREE *et al.*, 1995, TANAKA *et al.*, 2001, WHALEY *et al.*, 1992). Além do monitoramento da intensidade de uma determinada atividade física, o valor da FC enquanto $\%FC_{\text{máx}}$ pode oferecer também uma informação indireta do dispêndio de energia para a realização desta atividade (FERNAHALL *et al.*, 2001; MILLER *et al.*, 1993; MOON; BUTTE, 1996), o que pode ser também considerado como um referencial da intensidade do esforço realizado (JEUKEENDRUP; VAN DIEMEN, 1998; AINSWORTH *et al.*, 2000; AINSWORTH *et al.* 1993).

Entretanto, a utilização da medida da FC considerada enquanto $\%FC_{\text{máx}}$ não possui a mesma confiabilidade quando a $FC_{\text{máx}}$ é estimada a partir da idade do indivíduo e não medida durante testes de esforço máximo, isto em função das variações nesta estimativa (HOWLEY *et al.*, 1995; PARSON *et al.*, 2005; RICARD *et al.*, 1990; ROBERGS; LANDWEHR, 2002; WHALEY *et al.*, 1992).

3.3.4.1 Fatores que interferem na $FC_{m\acute{a}x}$ e na sua medição

A $FC_{m\acute{a}x}$ sofre interferência de fatores de ordem psicológica e fisiológica. Destes o mais determinante é a idade, por correlacionar-se inversamente com a $FC_{m\acute{a}x}$. Com o aumento da idade, há uma diminuição da $FC_{m\acute{a}x}$ (ASTRAND *et al.*, 1973; ENGELS *et al.*, 1998; HOSSACK *et al.*, 1982; LONDEREE; MOESCHBERGER, 1982; WHALEY *et al.*, 1992) e um aumento da FC de repouso (KARVONEN *et al.*, 1957). Segundo Engels *et al.* (1998), a $FC_{m\acute{a}x}$ diminui cerca de 0,65 bpm a cada ano. Já Whaley *et al.* (1992) demonstraram um declínio de 0,789 bpm por ano. Os achados tanto de Engels *et al.* (1998) como de Whaley *et al.* (1992) apontam valores de declínio anual da $FC_{m\acute{a}x}$ inferiores ao proposto pela equação 220-idade, que é de 1 bpm a cada ano (ROBERGS; LANDWEHR, 2002).

Em relação ao condicionamento físico, este tem sido considerado por alguns autores como um fator não interveniente na $FC_{m\acute{a}x}$ (BOUDET *et al.*, 2002; ENGELS *et al.*, 1992; HAWKINS *et al.*, 2001; TANAKA *et al.*, 2001; ZAVORSKY, 2000). Todavía, Londeree e Moeschberger (1982) relataram que em testes de esforço máximo, os sujeitos jovens ativos apresentaram menores valores $FC_{m\acute{a}x}$ do que os jovens sedentários. Já os idosos ativos apresentaram maiores valores $FC_{m\acute{a}x}$ do que os idosos sedentários, sugerindo portanto uma interferência tanto da idade quanto do nível de condicionamento físico sobre a $FC_{m\acute{a}x}$.

Um outro fator que pode influenciar a $FC_{m\acute{a}x}$ é o sexo dos indivíduos. Segundo alguns autores (LONDEREE; MOESCHBERGER, 1982; RICARD *et al.*,

1990; TANAKA *et al.*, 2000; WHALEY *et al.*, 1992) o sexo não é uma variável que interfere significativamente na $FC_{máx}$. Contudo, os achados de Hossack *et al.* (1982), mostram que a $FC_{máx}$, é maior nos homens jovens em comparação com mulheres da mesma idade. Entretanto, estes autores também indicaram que o percentual de queda da $FC_{máx}$ dos homens no decorrer dos anos também é maior, o que inverte este quadro ao longo da vida.

A $FC_{máx}$ também é modificada em função da modalidade e especificidade da atividade física. Têm sido encontrados maiores valores de FC em testes máximos de esforço em esteira em comparação aos obtidos em testes realizados em cicloergômetro (BENSON; SWENSEN, 2005) ou em piscina (LONDEREE; MOESCHBERGER, 1982). Ao comparar a $FC_{máx}$ medida em testes de esforço realizados em 6 diferentes tipos de ergômetros (Bicicleta, Esteira, Simulador de Esqui, Esqui, Degrau e Remo estacionário), Londeree *et al.* (1995) identificaram que a $FC_{máx}$ obtida nos testes feitos em esteira foi maior do que a $FC_{máx}$ alcançada nos testes realizados em todos os outros ergômetros, com exceção do simulador de esqui. Esta diferença nos resultados da $FC_{máx}$ deve-se provavelmente à maior massa muscular utilizada nos exercícios em esteira e no aparelho simulador de esqui (KRAVITZ *et al.*, 1997; TAYLOR *et al.*, 1955).

Fatores psicológicos, como a motivação, também podem influenciar nos resultados da $FC_{máx}$. Possivelmente, maiores valores de $FC_{máx}$ atingidos em competição quando comparados àqueles obtidos em testes de laboratório são decorrentes da motivação, do estresse envolvido durante a prática da atividade esportiva e da competitividade inerente à prática do esporte (BOUDET *et al.*, 2002). A falta de incentivo em um teste máximo pode induzir a menores valores de $FC_{máx}$,

confirmando a interferência da motivação na determinação desta variável (LONDEREE; MOESCHBERGER, 1982).

3.4 - Produção anaeróbica de energia

As atividades em intensidade elevada constituem o componente anaeróbico do futebol e, freqüentemente, o desempenho adequado nestas ações determina o resultado do jogo (BALSON *et al.*, 1992; REILLY, 1997). Para jogadores profissionais de alto nível do sexo masculino, a duração total de exercícios de alta intensidade realizados durante um jogo de futebol é de aproximadamente 7 minutos. Isto inclui cerca de 19 sprints com uma média de duração de 2.0 s cada (BANGSBO *et al.*, 1991). A maioria dos outros exercícios realizados durante o jogo é realizada em baixa ou moderada intensidade e é de demanda predominantemente aeróbica (REILLY, 1997), a demanda anaeróbica se torna nas atividades de curta duração e explosivas inerentes ao futebol, como saltos, quedas, freadas e divididas (SHEPHARD, 1992). O fornecimento de energia para estas atividades já é bem determinado de acordo com sua duração e intensidade (SPENCER; GASTIN, 2001). A degradação da creatina fosfato (CP), e em uma menor proporção a ATP estocada, proporcionam uma considerável quantidade de energia durante o exercício de alta intensidade e curta duração como os “sprints”. A energia restante é disponibilizada pela glicólise anaeróbica levando à formação de lactato. Durante longos períodos de exercício intenso, o fluxo glicolítico aumenta consideravelmente. Entretanto, não se

tem clareza ainda sobre a exata participação do sistema anaeróbico de produção de energia durante um jogo de futebol.

3.4.1 - *Metabolismo anaeróbico alático no futebol*

No início do exercício, a reação da Creatinaquinase que reconstitui a ATP pela degradação da CP é ativada no início do exercício. Entretanto, as reservas musculares de CP são limitadas e podem ser suficientes para manter o fornecimento de energia somente por poucos segundos durante uma atividade física de alta intensidade. No entanto, após um exercício intenso, a CP é ressintetizada rapidamente, sendo que mais que a metade da CP utilizada pode ser ressintetizada após um minuto através da ATP produzida através das vias aeróbicas de produção de energia (BANGSBO, 1994 b; SHEPHARD, 1992).

No futebol, a concentração muscular de CP alterna-se constantemente como resultado da natureza intermitente do jogo. Embora a quantidade total de CP nos músculos seja relativamente pequena, esta substância tem grande importância enquanto fornecedora de energia para os músculos durante exercícios com elevações rápidas na intensidade de esforço (BANGSBO, 1994 a, b).

Constantemente no futebol, determina-se a capacidade de produção anaeróbica alática de energia através de medidas de atividades de curta duração e intensas, como saltos e sprints. Têm-se identificado valores de salto com contramovimento (Counter movement jump) para jogadores de futebol em torno de 45 cm (OSTOJIÉ, 2000; SANTOS, 1999; TUMILTY, 1993 a), e valores de velocidade

de “sprint” em uma distância de 30 metros em torno de 7 m/s (GARGANTA *et al.*, 1993; JANDOVIC *et al.*, 1993; KOLLATH; QUADE, 1993; YOUNG *et al.*, 2001).

Deve-se considerar que durante um jogo de futebol a frequência de saltos é maior entre os zagueiros e atacantes do que entre laterais e meio campistas (DI SALVO; PIGOZZI, 1998).

3.4.2 - Metabolismo anaeróbico láctico no futebol

A produção anaeróbica de energia pelos jogadores durante um jogo de futebol é refletida pela concentração de lactato sanguíneo nos mesmos (EKBLÖM, 1986). Entretanto, assim como observado anteriormente, o quanto de energia durante um jogo de futebol é fornecido por este sistema necessita de maiores esclarecimentos. Portanto, com o objetivo de determinar a contribuição do sistema anaeróbico de produção de energia, medidas de lactato têm sido feitas durante ou após jogos de futebol (BANGSBO, 1994 a; EKBLÖM, 1986; SMITH *et al.*, 1993). Em uma investigação com jogadores da liga nacional de futebol da Suécia Ekblom (1986) avaliou quatro times de quatro divisões diferentes. O autor observou que a concentração de lactato sanguíneo para o time de primeira divisão foi de 9.5 mM e 7.2 mM após o primeiro e segundo tempo de jogo respectivamente. Por outro lado, ele mostrou que para os jogadores do time da quarta divisão foram medidos valores de concentração sanguínea de lactato de 4,0 mM e 3,9 mM para os mesmos períodos de jogo daqueles da primeira divisão. Os jogadores dos times da segunda e terceira divisões apresentaram valores intermediários a estes apresentados pelas

demais divisões. O autor observou ainda, que picos de concentração de lactato de até 12 mM foram medidos nos jogadores durante os jogos.

As variações na concentração sanguínea de lactato entre os jogadores de futebol podem ser grandes, e valores de pico maiores que 10 mM têm sido freqüentemente observados nestes indivíduos. Além disso, um mesmo jogador avaliado várias vezes durante um jogo de futebol apresenta grandes variações na concentração de lactato sanguíneo (EKBLÖM 1986). Estas variações são provavelmente causadas pelas diferentes atividades realizadas pelos jogadores antes da colheita sanguínea. Tem sido demonstrado que existe uma relação direta entre a medida da concentração de lactato sanguíneo e a incidência da realização de atividades de alta intensidade antes da amostra de sangue ser colhida (BANGSBO *et al.*, 1991).

Existe um questionamento sobre a fidedignidade da utilização das medidas de concentração sanguínea de lactato para a determinação da contribuição do metabolismo anaeróbico para o fornecimento de energia durante um jogo de futebol (SMITH *et al.*, 1993). Isto se deve, não somente a variabilidade observada nesta variável, mas como também ao fato de a concentração sanguínea de lactato representar o resultado entre a produção e a remoção do lactato da musculatura em atividade em um momento específico (HOFF; HELGERUD, 2004). Desta forma, uma medida da concentração sanguínea de lactato em um momento aleatório poderá representar de forma subestimada a produção deste metabólito caso esta medida seja feita antes ou após o seu pico de aparecimento no sangue.

Desta forma, uma única determinação da concentração de lactato não pode ser considerada por si só como indicativa da produção anaeróbica de energia durante todo o jogo de futebol (BANGSBO, 1994 b; BANGSBO *et al.*, 1991). Sugere-

se então, que medidas da concentração de lactato sanguíneo sejam feitas ao longo do jogo, o que por sua vez, torna esta análise inviável em função das características desta modalidade esportiva.

Apesar de aparentemente contribuir pouco para a renovação total de energia, a produção anaeróbica de energia é importante, como provedora rápida de energia durante períodos de exercícios intensos durante o jogo de futebol (BANGSBO, 1994 a)

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o futebol pode ser caracterizado como um esporte intermitente de alta intensidade. É uma atividade de predominância aeróbia mas com inserções aeróbias que determinam o jogo. Os atletas desta modalidade devem possuir um ótimo condicionamento físico afim de realizar em alto desempenho as ações necessárias para a sua prática.

REFERÊNCIAS

ABT, G. A.; DICKSON, G.; MUMMERY, W. K. Goal scoring patterns over the course of a match: an analysis of the Australian national soccer league. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 106-111.

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Spor. Méd.*, v. 33, n. 7, p. 517-538, 2003.

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 6ª edição; Editora Guanabara Koogan, 2003.

ACSM - AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Position Stand*. The Recommended quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 30, n. 6, p. 975-991, 1998.

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; LEON, A. S.; JACOBS, J. R. D. R.; MONTOYE, H. J.; SALLIS, J. F.; PAFFENBARGER, J. R. R. S. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 25, n. 1, p. 71-80, 1993.

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; WHITT, M. C.; IRWIN, M. L.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; BASSET, J. R. D. R.; SCHMITZ, K. H.; EMPLAINCOURT, P. O.; JACOBS, J. R. D. R.; LEON, A. S. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 32, n. 9, Supplement, p. S498-S516, 2000.

AL-HAZZAA, H. M.; ALMUZAINI, K. S.; AL-REFAEE, S. A.; SULAIMAN, M. A.; DAFTERDAR, M. Y.; AL-GHAMEDI, A.; AL-KHURAIJI, K. N. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 41, n. 1, p. 54-61, Mar. 2001.

ALI, A.; FARRALLY, M. Recording soccer players' heart rates during matches. *Jour. Spor. Scie.*, v. 9, p. 183-189, 1991.

ARNASON, A.; SIGURDSSON, B. S.; GUDMUNDSSON, A.; HOLME, I.; ENGBRETTSEN, L.; BAHR, R. Physical Fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 36, n. 2, p. 278-285, 2004.

ASTRAND, I.; ASTRAND, P. O.; HALLBACK, I.; KILDBOM, A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *Jour. Appl. Phy.*, v. 33, n. 5, p. 649-654, 1973.

ASTRAND, I.; ASTRAND, P. O.; CHRISTENSEN, E. H.; HEDMAN, R. Intermittent muscular work. *Acta. Phy. Scan.*, v. 48, p. 448-453, 1960.

ASTRAND, P. O.; RYHMING. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Jour. Appl. Phy.*, v. 7, p. 218, 1954.

ASTRAND, P.; RODAHL, K. *Textbook of Work Physiology: Physiologic bases of exercise*. Ed. McGraw-Hill Book Company. 1977.

AZIZ, A. R.; CHIA, M.; THE, K. C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 40, n. 3, p. 195-200, Sep. 2000.

BALIKIAN, P. J.; DENADAI, B. S. Aplicações do limiar anaeróbico determinado em teste de campo para ciclismo: comparação com valores obtidos em laboratório. *Motriz*, v. 2, p.26-31, 1996.

BALSOM, P. D.; SEGER, J. Y.; EKBLUM, B. Physiological evaluation of high intensity intermittent exercise. *Jour. Spor. Scie*, v. 10, p. 161, 1992.

BANGSBO, J. The physiology of soccer, with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Phy. Sca.: an international journal of physiological sciences*, v. 151, suplementum 619, 1994.

_____ Energy demands in competitive soccer. *Jour. Spor. Scie.*, v. 12, S5-S12, 1994.

BANGSBO, J.; LINDQUIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Inter. Jour. Spor. Med.*, v. 13, n. 2. p. 125-132, 1992.

BANGSBO, J.; MICHALSIK, L. Assessment of physiological capacity of elite soccer payers. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 53-62.

BANGSBO, J.; NORREGAARD, L.; THORSO, F. Activity profile of competition soccer. *Can. Jour. Spor. Scie.*, v. 16, n. 2, p. 110-116, 1991.

BENEKE, R.; DUVILLARD, S. P. V. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 28, n. 2, p. 241-246, 1996.

BENSON, A.; SWENSEN, T. Criteria for maximal oxygen uptake in collegiate subjects. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v.37, n. 5, supplement, S97 (Abstract 515), 2005.

BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. *Spor. Méd*, v. 32, n. 11, p. 675-700, 2002.

BOUDET, G.; GARET, M.; BEDU, M.; ALBUISSON, E.; CHAMOUX, A. Median maximal heart rate for calibration in different conditions: Laboratory, Field and Competition. *Inter. Jour. Spor. Med.*,v. 23, n. 4, p. 290-7, 2002.

BREWER, J.; DAVIS, J. A. A physiological comparison of English professional and semi-professional soccer players. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, n. 2, p.146-147, 1992.

BUNC, V.; HELLER, J.; PROCHAZKA, L. Physiological characteristics of elite Czechoslovak footballers. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 149, 1992.

BUNC, V.; HELLER, J.; LESO, J.; SPRYNAROVA, S.; ZDANOWICZ, R. Ventilatory threshold in various groups of highly trained athletes. *Inter. Jour. Spor. Med.*, v. 8, p. 275-280, 1987.

CAPRANICA, L.; TESSITORE, A.; GUIDETTI, L.; FIGURA, F. Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Jour. Spor. Scie.*, v. 19, n. 6, p. 379-384, Jun. 2001.

CASAJÚS, A. J. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 41, p. 463-469, 2001.

CÉSAR, M. C.; PELLEGRINOTTI, I. L.; PENATTI, E.; CHIAVOLONI, G. Avaliação da intensidade de esforço da luta de caratê por meio da monitorização da frequência cardíaca. *Rev. Bras. Cienc. Esport.* V. 24, n. 1, p.73-81, 2002.

CHIN, M-K.; L. O.; Y. S. A.; LI, C. T.; SO, C. H. Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players. *Br. Jour. Spor. Med.*, v. 26, n. 4, p. 262-266, 1992.

COLLINS, M. A.; CURETON, K. J.; HILL, D. W.; RAY, C. A. Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 23, n. 5, p. 636-640, 1991.

DANIEL, J.; PELLEGRINOTTI, I.; CIELO, F. B.; NETO, J. B. Potência anaeróbica de jogadores de futebol juvenis por meio do teste RAST. In: XXVII Simpósio internacional de ciências do esporte. São Paulo, 7-9 out., (Resumo n. 610, p.199), 2004.

DAVIS, J. A.; FRANK, M. H.; WHIPP, B. J.; WASSERMAN, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *Jour. Appl. Phy. Resp. Env. Exer.*, v. 46, n. 6, p.1039-1046, 1979.

DEUTSCH, M. U.; MAW, G. J.; JENKINS, D.; REABURN. Heart rate, lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union during competition. *Jour. Spor. Scie.*, v. 16, p. 561-570, 1998.

DI SALVO, V.; PIGOZZI, F. Physical training of football players based on their positional rules in the team. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 38, p. 294-297, 1998.

DRUST, B.; REILLY, T.; CABLE, N. T. Metabolic and physiological responses to a laboratory-based soccer-specific intermittent protocol on a non-motorized treadmill. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 217-225.

DUFOUR, V. Computer-assisted scouting in soccer. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 160-166.

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: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 72-75.

EKBLOM, B.; GREENLEAF, C. J.; HERMANSEN, L.. Temperature Regulation During Continuous and Intermittent Exercise in Man. *Acta. Phy. Scan.*, v. 81, p. 1-10, 1971.

EKBLOM, B. Applied Physiology of soccer. *Spor. Méd.*, v. 3, p. 50 – 60 , 1986.

EKBLOM, B. *Handbook of Sports Medicine and Science Football (Soccer)*. 1. ed. Blackwell Scientific Publications, 1994. 227 p.

ENGELS, H. J.; ZHU, W.; MOFFATT, R. J. An empirical evaluation of the prediction of maximal heart-rate. *Res. Quar. Exer. Spor.*, v. 69, n.1, p. 94-98, 1998.

ESTON, R. G.; ROWLANDS, A. V.; INGLEDEW, D. K.; Validity of heart rate, pedometry, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *Jour. Appl. Phy.*, v. 84, n. 1, p. 362-371, 1998.

FARREL, P.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; BILLING, J. L.; COSTILL, D. L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 11, p. 338-44, 1979.

FERNHALL, B.; MCCUBBIN, J. A.; PITETTI, K. H.; RINTALA, P.; RIMER, J. H.; MILLAR, A. L.; DE SILVA, A. Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 33, n. 10, p. 1655-1660, 2001.

FIFA - FEDERATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION. Disponível em: <www.fifa.com>. Acessado em: Junho de 2015.

FLANAGAN, T.; MERRICK, E. Quantifying the work-load of soccer players. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 341-349.

FRANÇA, J. L.; VASCONCELLOS, A. C. *Manual para normalização de publicações técnico-científicas*. 7ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen uptake kinetics in human. *Exer. Spor. Scie. Rev.*, v. 9, p. 35-70, 1996.

GARGANTA, J.; MAIA, J.; PINTO, J. Somatotype, body composition and physical performance capacities of elite young soccer players. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 292-297.

GLEIM, G. W.; WITMANT, P. A.; NICOLAS, J. A. Indirect assessment of cardiovascular "demands" using telemetry on professional football players. *Amer. Jour. Sport. Med.*, v. 9, n. 3, p. 178-183, 1981.

GRÁCIO-JÚNIOR, A. M.; PIASECKI, F. Potencia anaeróbia em jogadores de futebol: análise de diferentes posições. In: XXVII Simpósio internacional de ciências do esporte. São Paulo, 7-9 out., (Resumo n. 391, p.142), 2004.

GREHAINGNE, J. F.; MARCHAL, D.; DUPRA, E. Regaining possession of the ball in the defensive area in soccer. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 113-121.

HAWKINS, S. A.; MARCELL, T. J.; JAQUE, V.; WISWEL, R. A. A longitudinal assessment of change in VO₂max and maximal heart rate in master athletes. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 33, n. 10, p. 1744-1750, 2001.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4-mM lactate threshold. *Inter. Jour. Spor. Med.*, v. 6, n. 3, p. 117-30, Jun. 1985.

HELGERUD, J.; ENGEN, L. C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 33, n. 11, p. 1925-1931, 2001.

HELGERUD, J.; HOFF, J.; WISLOFF, U. Gender differences in strength and endurance of elite soccer player. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 382.

HELLER, J.; PROCHAZKA, L.; BUNC, V.; DLOUHÁ, R.; NOVOTNY, J. Functional capacity in top league football players during the competitive season. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 150, 1992.

HILIOSCORPI, H. K.; PASANEN, M. E.; FOGELHOIM, M. G.; LAUKKANEN, R. M.; MANTTARI, A. T. Use of Heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels. *Inter. Jour. Spor. Med.*, v. 24, p. :332-336, 2003.

HODES, E. C.; MOSHER, R. E.; MCKENZIE, D. C.; FRANKS, I. M.; POTTS, J. E. Physiological profiles of the Canadian Olympic soccer team. *Can. Jour. Spor. Scie*, v. 11, p. 31-36, 1986.

HOFF, J.; HELGERUD, J. Endurance and Strength training for soccer players, physiological considerations. *Spor. Méd.*, v. 34, n. 3, p. 165-180, 2004.

HOSSACK, K. F.; BRUCE, R. A. Maximal cardiac function in sedentary normal men and women: comparison of age-related changes. *Jour. Appl. Phy.*, v. 53, n. 4, p. 799-804, 1982.

HOWLEY, E. T.; BASSET. D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 27, n. 9, p. 1292-1301, 1995.

JANDOVIC, S.; HEIMER, N.; MATKOVICK, B. R. Physiological profile of prospective soccer players. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 295-297.

JENSEN, K.; LARSSON, B. Variations in physical capacity among the Danish national soccer team for women during a period of supplemental training. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 144, 1992.

JEUKENDRUP, A., VAN DIEMEN, A. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *Jour. Spor. Scie.*, v. 16, p. 91-99, 1998.

JOHNSON, J. H.; PRINS, A. Prediction of maximal heart rate during a submaximal work test. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 31, n. 1, p. 44-47, 1991.

KARVONEN, M. J.; KENTALA, E.; MUSTALA. The effects of training on heart rate a longitudinal study. *Ann. Méd. Exp. Biol. Fenn*, v. 35, p. 307-315, 1957.

KARVONEN, J.; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities: practical application. *Spor. Méd.*, v. 5, p. 303-312, 1988.

KOLLATH, E.; QUADE, K. Measurement of sprinting speed of professional and amateur soccer players. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 30-36.

KRAVITZ, L.; ROBERGS, R. A.; HEYWARD, V. H.; WAGNER, D. R.; POWERS, K. Exercise mode and gender comparisons of energy expenditure at self-selected intensities. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 29, n. 8, p. 1028-1035, 1997.

LEATT, P.; SHEPHARD, R. J.; PLYLEY, M. J. Specific Muscular development in under – 18 soccer players. *Jour. Spor. Scie.*, v. 5, p. 165-175, 1987.

LINDQUIST, F.; BANGSBO, J. Do young soccer players require specific physical training? *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 158-159, 1992.

LOAT, C. E.; RHODES, E. C. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. *Spor. Méd.*, v. 15, n. 2, p. 104-115, 1993.

LONDEREE, B. R.; MOESCHBERGER, M. L. Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Res. Quar. Exer. Spor.*, v. 53, p. 297-304, 1982.

LONDEREE, B. R.; THOMAS, R. T.; ZIOGAS, G.; SMITH, T. D.; ZIOAS, G. %VO₂max versus %HRmax regression for six modes of exercise. *Med. Sci. Spor. Exer.*, v. 27, n. 3, p. 458-461, 1995.

MACHADO, M.; SANZ, A.; CAMERON, L. Lactacidemia no futebol. *Fitn. & Perf. Jour.* V. 2, n.6, p.357-363, 2003.

MAGEL, J. R. Specificity of swim training on maximal oxygen uptake. *Jour. Appl. Phy.*, v. 38, p.151-155, 1975.

MALOMSOKI, E. J. Physiological characterization of physical fitness of football players in field conditions. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 81-85.

MARGARIA, R.; AGHEMO, P.; PINERA, L. F.; A simple relation between performance in running and maximal aerobic power. *Jour. Appl. Phy.*, v. 38, n. 2, p. 351-352, 1975.

MATKOVIÉ, B. R.; JANKOVIÉ, S.; HEIMER, S. Physiological profile of top soccer players. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 152, 1992.

MATKOVIC, B. R.; JANKOVIC, S.; HEIMER, S. Physiological profile of top croatian soccer players. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 37-39.

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

MILES, A.; MACLAREN, D.; REILLY, T.; YAMANAKA, K. An analysis of physiological strain in four-a-side women's soccer. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 142-143, 1992.

MILES, A.; MCLAREN, D.; REILLY, T.; YAMANAKA, K. An analysis of physiological strain in four-a-side women's soccer. In: SECOND WORLD CONGRESS OF

SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 140-145.

MILLER, W. C.; WALLACE, J. P.; EGGERT, K. E. Predicting max hr and HR-VO₂ relationship for exercise prescription in obesity. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 25, n. 9, p. 1077-1081, 1993.

MOHR, M.; KRUSTRUP, L.; NYBO, L.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scan. Jour. Med. Scie. Spor.*, v. 14, p. 156-162, 2004.

MOON, J. K.; BUTTE, N. F. Combined heart rate and activity improve estimates of oxygen consumption and carbon dioxide production rates. *Jour. Appl. Phy.*, v. 81, n. 4, p. 1754-1761, 1996.

NAGAHAMA, H.; ISOKAWA, M.; SUZUKI, S.; OHASHI, J. The physical fitness of soccer players after maximal intermittent exercise, *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 153, 1992.

NOWACKI, P. E.; PREUHS, M. The influence of a special endurance training on the aerobic and anaerobic capacity of soccer players tested by the soccer treadmill methods. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 86-91.

O'CONNOR, D. TIME – Motion analysis of elite touch players. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 126 – 136.

OGUSHI, T.; OHASHI, J.; NAGAHAMA, H.; ISOKAWA, S.; SUZUKI, S. Work intensity during soccer match-play (a case study). In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 121 –123.

OHASHI, J.; ISOKAWA, M.; NAGAHAMA, H.; OGUSHI, T. The ratio of physiological intensity of movements during soccer match-play. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. London: E & FN Spon, 1993. p. 124 –128.

OHASHI, J.; MIYAGI; NAGAHAMA, H.; OGUSHI, T.; OHASHI, K. Application of an analysis system evaluating intermittent activity during a soccer match. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 132-136.

OSTOJIĆ, S. M. Physical and physiological characteristics of elite Serbian soccer players. *Phy. Educa. Spor.*, v. 1, n. 7, p. 23-29, 2000.

PALMER, G.; HAWLEY, J. A.; DENNIS, S.; NOAKES, T. D. Heart rate response during a 4 day cycle race. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 26, p. 1278-1283, 1994.

PARSON, L.; MCLESTER, J. R.; GREEN, M.; FALLS, D. Contribution of 220-age maximal HR estimation to YMCA prediction of VO_2 peak. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v.37, n.5, supplement, S97-S98 (Abstract 516), 2005.

PERES, G. H.; HAVETTE, P. Heart rate, maximal heart rate and pedal rate. *Jour. Spor. Med.*, v. 27, p. 205-210, 1987.

POBER, D. M.; BRAUN, B.; FREEDSON, P. S. Effects of a single bout of exercise on resting heart rate variability. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 36, n. 7, p. 1140-1148, 2004.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. *Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 1^a. Ed Brasileira: Editora Manole Ltda, 2000.

PUGA, N.; RAMOS, J.; AGOSTINHO, J.; LOMBA, I.; COSTA, O.; FREITAS, F. Physical profile of a first division portuguese professional soccer team. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 40-42.

RAINER, P. The physiological effect of playing three simulated matches in a week: implications for overtraining. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 350-354.

REBELO, A. N. Estudo da fadiga no futebol. In: GARGANTA, J.; SUAREZ, A. A.; PEÑAS, L. C. (Ed.). *A investigação em futebol: estudos Ibéricos*. Uma publicação da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, 2002. p. 121-127.

REILLY, T.; BALL, D. The net physical cost of dribbling soccer ball. *Res. Quar. Exer. Spor.*, v. 55, n. 31. p. 267-271, 1984.

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometrics and physiological predispositions for elite soccer. *Jour. Spor. Scie.*, v. 18, p. 669-683, 2000.

REILLY, T. Energetic of high intensity exercise (soccer), with particular reference to fatigue. *Jour. Spor. Scie*, v. 15, p. 257-263, 1997.

REILLY, T; KEANE, S. Estimation of physiological strain on Gaelic football players during match-play. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 157-159.

REILLY, T.; RIGBY, M. Effective warm-down following competitive soccer.. In: FOURTH WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 2002. p. 226-229.

REILLY, T.; THOMAS, V. Estimated daily energy expenditures of professional association. *Ergonomics*, v. 22, p. 541-548, 1979.

RICARD, R. M.; LEGER, L.; MASSICOTTE, D. Validity of the "220-age formula" to predict maximal heart rate. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 22, n. 2, 1990. Supplementum S96 (abstract 575).

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. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 40, p. 162-9, 2000.

ROBERGS, R. A.; LANDWEHR. The surprising history of the "H_{max} = 220-age" equation. *Jour. Exer. Phy.*, v. 5. n. 2, p. 1-10, 2002.

SANTOS, J. A. R. Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. *Ver. Paul. Educ. Fís.*, v. 13, n. 2, p.146-59, Dez. 1999.

SANTOS, P.; SOARES, J. Determinação do limiar aeróbico-anaeróbico em futebolistas de elite, em função da posição ocupada na equipa. In: GARGANTA,

J.; SUAREZ, A. A.; PEÑAS, L. C. (Ed.). *A investigação em futebol: estudos Ibéricos*. Uma publicação da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, 2002. p. 137-143.

SARSANIYA, S.; SELUYANOV, V. A running test for determination of functional capacity in football players. *Jour. Spor. Scie.*, v. 10, p. 139-2005, 1992.

SHEPHARD, R. J. The energy needs of the soccer player. *Clin. Jour. Spor. Med.*, v. 2, n. 1, p. 62-70, 1992.

SILAMI-GARCIA. E.; ESPIRITO SANTO, L. C.; GARCIA, A. M. C.; NUNES, V. N. G. Energy expenditure of professional soccer players during official games. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v.37, n.5, supplement, S87 (Abstract 471), 2005.

SILVA, N. P.; BARROS, T. L. Motion patterns of Brazilian Young soccer players. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v.37, n.5, supplement, S18 (Abstract 123), 2005.

SMITH, M.; GLARKE, G.; HALE, T.; MCMORRIS, T. Blood lactate levels in college soccer players during match-play. In: *SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL*, 2, 1991, Eindhoven. London: E & FN Spon, 1993. p. 129 – 134.

SOUZA, E. N; DALLEMOLE, C.; BORIN, J. P. Análise da potência anaeróbica em futebolistas jovens. In: *XXVII Simpósio internacional de ciências do esporte*. São Paulo, 7-9 out., (Tema livre 24, p.44), 2004.

SPENCER, M. R.; GASTIN, P. B. Energy system contribution during 200 To 1500 m running in high trained athletes. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 33, p. 157, 2001.

STAROSTA, W.; ADACH, Z.; ADACH, J.; BAJDZINSKI, M.; DEBCZYNSKA, I. KOS, H. RADZINSKA, M. The influence of different exercise testes on movement

coordination level in advanced soccer players. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 265-271.

STRATH, S. J.; A. M. SWARTZ, D. R.; BASSETT, J. R.; O'BRIEN, W. L.; G. A. KING; B. E. AINSWORTH. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 32, n. 9, supplement, S465-S470, 2000.

STRUDWICK, A.; REILLY, T.; DORAN, D. Anthropometrics and fitness profiles of elite players in two football codes. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 42, p. 239 – 242, 2002.

SWAIN, D. P; ABERNATHY, S. K; SMITH, C. S.; LEE, S. J.; BUNN, S. Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 26, n. 1, p. 112-116, 1994.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *Jour. Amer. Colleg. Cardio.* v. 37, n. 1, p. 153-156, 2001.

TAYLOR, H. L.; BUSKIRK, E.; HENSCHER, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *Jour. Appl. Phy.*, v. 8, p. 73, 1955.

TREIBER, F. A.; MUSANTE, L.; HARTDAGAN, S.; DAVIS, H.; LEVY, M.; STRONG, W. B. Validation of a heart rate monitor with children in laboratory and field settings. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 21, n. 3, p. 338-342, 1989.

TUMILTY, D. Physiological Characteristics of elite Soccer Players. *Spor. Méd.* v. 16, p. 80 – 96, 1993a.

_____. The relationship between physiological characteristics of junior soccer players and performance in a game simulation. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993b. p. 281-286.

VALENTE, A.; SANTOS, P. Limiar aeróbico-anaeróbico e distância percorrida em jogo. Estudo numa equipa de futebol profissional da 1ª liga portuguesa. In: GARGANTA, J.; SUAREZ, A. A.; PEÑAS, L. C. (Ed.). *A investigação em futebol:*

estudos Ibéricos. Uma publicação da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, 2002. p. 201-209.

VANFRAECHEM, J. H. P.; THOMAS, M. Maximal aerobic power and ventilatory threshold of a top level soccer team. In: SECOND WORLD CONGRESS OF SCIENCE AND FOOTBALL, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings...* London: E & FN Spon, 1993. p. 43-46.

VERMA, K. S.; MOHINDROO, S. R.; KANSAL, D. K. The maximal anaerobic power of different categories of players. *Jour. Spor. Med. Phy. Fitn.*, v. 19, p. 55-62, 1979.

WALSH, M. L.; BANISTER, E. W. Possible mechanisms of the anaerobic threshold: A Review. *Spor. Méd.*, v. 5, p. 269-302, 1988.

WEINECK, J. *Treinamento Ideal: Instruções técnicas sobre desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil*. 9. ed. São Paulo: Manole, 1999.

WELTMAS, A.; SNEAD, D.; SEIP, R.; SCHURRER, R.; WELTMAN, J.; RUTT, R.; ROGOL, A. Percentage of maximal heart rate, heart rate reserve and $VO_{2\text{máx}}$ for determining endurance training intensity in male Runners. *Inter. Jour. Spor. Med.*, v. 11, p. 218-222, 1990.

WHALEY, M. H.; KAMINSKY, L. A.; DWYER, G. B.; GETCHELL, L. H.; NORTON, J. A. Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 24, n. 10, p. 1173-1179, 1992.

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

WISLOFF, U.; HELGERUD, J.; HOFF, J. Strength and Endurance of elite soccer players. *Med. Scie. Spor. Exer.*, v. 30, n. 3, p. 462-467, 1998.

YOUNG, W. B.; MCDOWELL, M. H.; SCARLETT, B. J. Specificity of sprint and agility training methods. *Jour. Stren. Condi. Res.*, v. 15, n. 3, p. 315-319, 2001.