

Rodrigo Hohl

**Relação entre Velocidade de Limiar Anaeróbio e
Resistência de *Sprint* em Jogadores de Futebol:
Influência da Suplementação de Creatina**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação Física

Campinas – DEZ/2002



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**Relação entre Velocidade de Limiar Anaeróbio e Resistência de *Sprint* em Jogadores
de Futebol:**
Influência da Suplementação de Creatina

Trabalho apresentado como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Educação Física Modalidade Treinamento
Esportivo, Faculdade de Educação Física
da UNICAMP

Campinas - 2002

Agradecimentos

Meus pais, Carlos Roberto e Maria Cristina pelo apoio incondicional, pelo amor e por acreditarem mais do que ninguém na minha capacidade. Meus amigos (os CARAS) Léo, Berreta, Ferrari, Bicudo, Cestari e Dedão pelas horas de divertimento e churrascos. A Renata pela sua compreensão e amor nas horas em que mais precisei. A Dra. Denise Vaz de Macedo pela primeira oportunidade e por acreditar no meu trabalho. Ao Rock n' Roll por preencher a minha vida de forma intensa, afugentando o mormaço de Ipanema e tocando fogo na minha alma. Agradeço por não ser morno.

E a Deus...

*“Não me queira a solução, pois eu sou o seu problema.
Eu lhe tento, lhe amedronto, eu sou o fim do seu dilema.
E o calor que me consome em cada gesto ou pensamento,
é o do fogo do inferno e não o mormaço de Ipanema.”*

Marcelo Nova

Índice

Resumo	3
Introdução	4
- Perfil de Atividades do Futebol	4
- Vias Metabólicas Produtoras de ATP	6
- Sistema ATP / Fosfocreatina	6
- Suplementação de Creatina e o Futebol	7
- Glicólise Anaeróbia	7
- Via Aeróbia ou Metabolismo Oxidativo	7
- Capacidades Físicas Exigidas no Futebol	8
- Capacidade de Resistência	8
- Resistência Aeróbia	9
- Métodos para Quantificação de Resistência Aeróbia	9
- Resistência Anaeróbia	10
- Resistência de Sprint	11
Justificativa e Objetivos	12
Material e Métodos	13
- Sujeitos da Pesquisa	13
- Periodização de Treinamento	13
- Cronograma dos Testes Físicos	13
- Protocolo dos Testes Físicos	13
1. <i>Teste de Determinação de Limiar Anaeróbio</i>	13
2. <i>Teste de Resistência de Sprint</i>	14
3. <i>Protocolo de Suplementação de Creatina</i>	16
4. <i>Cálculo do índice de Fadiga</i>	16
5. <i>Composição Corporal</i>	16
- Análise Estatística	17
Resultados	18
Discussão	23
Bibliografia	27

Resumo

Esse trabalho teve dois objetivos, propor um novo protocolo para quantificar a capacidade de resistência de *sprint* e quantificar tanto o efeito de três blocos (A=Resistência, B= Força, C= Velocidade) distintos de preparação física para o Campeonato Paulista de Futebol 2001 quanto o efeito do período competitivo (D) em uma equipe da Categoria Sub-20 (N=11) nos seguintes parâmetros: velocidade em 30m, aceleração, número de *sprints* (NS), índice de fadiga e limiar anaeróbio (LA). Nosso objetivo específico foi verificar, em cada momento, se havia relação entre as capacidades de resistência de *sprint* e limiar anaeróbio. Em um dos blocos (B) os atletas foram submetidos a uma suplementação com creatina. **Métodos:** Cinco fotocélulas foram dispostas no gramado a cada 7,5m, totalizando 30m. Os exercícios foram feitos com chuteiras, em intensidade máxima, com 20s de pausa entre os tiros. O teste era encerrado quando o atleta atingia decréscimo de 10% na sua melhor velocidade máxima atingida. O LA foi verificado através do protocolo de lactato mínimo, proposto por Tegtbur (1993). **Resultados:** A melhor velocidade em 30m não se alterou significativamente entre as diferentes fases. O tempo para atingir a velocidade máxima (TVM) e a velocidade máxima atingida em cada *sprint* melhoraram significativamente em dois dos blocos (C e D) quando comparados ao bloco A. O índice de fadiga caiu de 20% (A) para 7% (C) e 13%(D). O NS aumentou somente após o bloco B, quando os atletas foram suplementados com creatina. Não houve diferença significativa nos valores de NS nos demais blocos. O LA apresentou valores significativamente maiores em B e D quando comparados aos blocos A. Não houve correlação entre a velocidade de LA e o NS ($r_A=0,27$, $r_B=0,30$, $r_C=0,23$, $r_D=0,41$; $P<0,05$) em nenhum dos momentos analisados. **Conclusão:** O novo protocolo de resistência de *sprint* proposto mostrou-se eficiente para analisar essa capacidade. O número de *sprints* sofreu uma interferência maior pela suplementação com creatina do que o limiar anaeróbio. A capacidade de regeneração de fosfocreatina parece não ser o que diferencia atletas do mesmo nível em exercícios de alta intensidade com 20s de pausa. O período competitivo forneceu estímulo adequado para que os atletas permanecessem próximos aos valores adquiridos durante a longa preparação física a que foram submetidos.

Palavras-chave: exercício de alta intensidade, resistência de sprint, resistência aeróbia, velocidade, fotocélulas, limiar de lactato.

Introdução

O futebol brasileiro possui um forte apelo cultural e econômico, tanto internamente quanto como imagem exportada para outros países, pois é um dos esportes mais populares do mundo, sendo alvo da atenção de milhares de espectadores. Isto faz o futebolista da atualidade estar cada vez mais globalizado, ou seja, algo próximo a um super-homem da bola. Sobre ele caem solicitações físicas muitas vezes inesperadas, intensas e das mais variadas formas durante uma partida, exigindo condições de saúde e atléticas ótimas. Embora o material humano e as condições de preparação física de um time de futebol no Brasil sejam bastante particulares e mereçam uma análise mais aprofundada, somos carentes de estudos científicos que se preocupem com a preparação do atleta, se compararmos com a produção encontrada em outros países.

Estudos realizados com diversos times europeus mostraram que alguns deles utilizam as características físicas de seus jogadores para montar seu esquema de jogo. A Dinamarca, campeã da Eurocopa de 1992 realizou uma série de testes em diversas capacidades físicas, chegando a passar essa informação para os jogadores que, dessa forma, estariam cientes das virtudes e deficiências de cada membro do time. Isso contribuiu na atuação da equipe como um todo, pois os atletas passaram a se conhecer e a se ajudar em campo (Bangsbo, 1994), sugerindo que o sucesso de um time depende da habilidade em se escolher uma estratégia de jogo que seja adequada às capacidades físicas dos atletas. Em seu extenso trabalho sobre futebol, Bangsbo (1994) defendeu a idéia de que um jogador poderia suprir certas deficiências em alguma capacidade física, compensando com outras. Por exemplo, um atleta que não possui um condicionamento aeróbio satisfatório poderia compensar essa deficiência com técnica e bom desempenho de *sprint*. Por sua vez um atleta com uma capacidade aeróbia bem desenvolvida deveria tentar recuperar a posse de bola e ser eficiente na marcação.

O estilo de jogo praticado nos times da América do Sul é essencialmente de passes curtos, enquanto se espera uma abertura ou um erro de marcação do adversário. Essa forma de atuar requer boa habilidade e técnica e obriga os atletas a atuarem por períodos de grande intensidade alternados com períodos de baixa e média intensidade. Esse é o tipo de esforço que o jogador brasileiro deve suportar para desempenhar sua função com a máxima eficiência. Em outras palavras, o jogador deve possuir uma grande capacidade de recuperação, nos momentos de baixa intensidade, para assim que solicitado poder ter um desempenho satisfatório nos períodos decisivos, de alta intensidade. Essa capacidade de resistência à fadiga muscular possui importância não apenas para os piques em velocidade máxima (*sprint*), mas também para o domínio da bola, passes e dribles (Ekblom, 1986).

Perfil de Atividades no Futebol

Muitas pesquisas têm sido feitas sobre a distância percorrida em uma partida de futebol e suas características, buscando entender melhor como o atleta está sendo exigido e buscando traçar um perfil da própria evolução do esporte. Walter Winterbottom (1952) foi um dos primeiros a sistematizar uma forma de análise do jogo. Em seu trabalho, realizado com atletas da primeira divisão do campeonato inglês, estimou que a distância percorrida, em média, pelos jogadores era de 3361m, sendo 2347m

andando e trotando e 1015m em corridas de velocidade. Com o passar dos anos foram sendo desenvolvidos métodos mais confiáveis de mensuração. Considerado um dos mais respeitados, o método utilizado por Ohashi e colaboradores (1988) utilizou dois potenciômetros acoplados a câmeras de vídeo para determinar a distância percorrida por jogadores de elite da liga japonesa. A distância estimada foi de 9.3 e 10.4 Km ($n=2$). Van Gool e colaboradores (1988), filmando boa parte do campo, acharam valores similares na distância percorrida em jogadores universitários (10.2 Km) e em jogadores de elite da segunda e primeira divisões do campeonato dinamarquês (10.8 Km). Os autores quantificaram nesse trabalho a intensidade das atividades desenvolvidas em campo como sendo: 3.6 Km (andando), 5,2 Km (corrida de baixa intensidade), 2,1 Km (alta intensidade) e 0,3 Km (*sprint*). Uma distância percorrida entre 9,5 e 11 Km foi encontrada por vários outros autores em jogadores de futebol profissional de outros países (Withers, 1982; Van Gool, 1988; Ekblom, 1986; Reilly, 1994; Glaydiston et al, 1997), muito superiores aos encontrados em jogadores de basquete e futsal brasileiros (Kokubun e Daniel, 1992; Molina, 1992). O que é importante ressaltar de todos esses trabalhos é que houve um aumento significativo de mais de 100% na metragem total percorrida por um jogador de futebol ao final de uma partida de 90 minutos nas últimas quatro décadas.

Thomas e Reilly (1976) encontraram por volta de 1000 variações na atividade de jogo em atletas da primeira divisão do campeonato inglês, tendo cada variação duração de 6-7s. Como essa mudança constante no ritmo de jogo não é previsível, o jogador de futebol pode ser exigido de qualquer forma, a qualquer momento, tendo que estar muito bem preparado fisicamente para ter um bom desempenho, tanto durante o jogo como por vários jogos consecutivos. A média de duração de um *sprint* é de 3s ou 17m, sendo que o número de *sprints* chegou a 19 em uma partida, ou seja, um em cada 4-5 min (Bangsboo, 1994). Levando-se em consideração corridas em alta velocidade o número encontrado foi de 76, uma a cada 70s e corridas em ritmo moderado em número de 196, uma a cada 28s (Bangsbo, 1994). Demonstrando a imprevisibilidade de uma partida, Mayhew and Wenger (1985) mostraram que ocorriam altas velocidades a cada 39s e Reilly e Thomas (1976) observaram que os *sprints* ocorriam a cada 90s. Outros trabalhos (Bangsbo et al, 1991; Whithers et al., 1982; Ekblom, 1986) mostraram uma diminuição na distância percorrida no segundo tempo em relação ao primeiro, em torno de 5%, ou de aproximadamente 300 metros. Não foi observada uma diminuição significativa entre os dois períodos do jogo, em relação à distância percorrida em alta intensidade. No entanto, houve uma redução significativa na velocidade dos *sprints*, de 8.3 para 8.1 m/s, provavelmente devido ao processo de fadiga (Bangsbo, 1994).

No que diz respeito a jogadores profissionais de elite brasileiros, Barros e colaboradores (1998) mostraram evidências de uma maior distância percorrida pelos meio campistas e laterais, mostrando ainda um padrão de *sprint* similar entre os laterais e atacantes, significativamente maior em relação às demais posições. No entanto, a literatura ainda é carente deste tipo de análise em jogadores brasileiros.

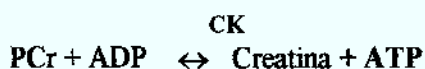
Vias Metabólicas Produtoras de ATP

O músculo é o órgão essencial para a motricidade e utiliza somente ATP como fonte de energia, tanto para o processo de contração muscular “per se” como para processar a condução dos impulsos nervosos e garantir as reações do metabolismo, necessárias para a manutenção de sua atividade. No entanto, a concentração intracelular de ATP é extremamente baixa, suficiente apenas para alguns segundos de contração muscular (Stathis et al., 1994). Na medida em que o esforço físico se prolonga, surge a necessidade de ressintetizar ATP através do consumo de reservas corporais, tais como fosfocreatina, glicogênio ou triglicérides.

A intensidade e duração da atividade física realizada são quem determinam qual tipo de metabolismo prevalecerá, se o anaeróbio ou o aeróbio. Na ausência de O_2 , a fosforilação do ADP ocorre pela transferência de grupos fosfato de compostos ricos em energia já existentes, como a fosfocreatina ou formados a partir da quebra parcial da molécula de glicose, como o 1,3-bisfosfoglicerato e fosfoenolpiruvato. Na presença de O_2 , a energia para a fosforilação do ADP vem das reações de óxido-redução que acontecem na cadeia respiratória da membrana mitocondrial interna.

Sistema ATP/Fosfocreatina

Existem duas substâncias armazenadas dentro dos músculos, já prontas para o fornecimento imediato de energia para suas células. Uma delas é o próprio ATP, presente em concentrações bastante baixas. A outra é a molécula de fosfocreatina (PCr), presente em concentrações cerca de 10 vezes superiores do ATP (Kraemer and Fleck, 1998). A PCr assemelha-se ao ATP por ter um ligação química (anidrido fosfórico) rica em energia entre a molécula de creatina e seu grupo fosfato. Desta forma, a Pc não é utilizada diretamente na contração muscular, que requer somente ATP como fonte de energia, mas funciona como uma reserva de ATP, conforme pode ser observado pela reação mostrada abaixo:



Apesar de não ser capaz de prover grandes quantidades de energia, pois envolve apenas uma reação, catalisada pela enzima creatina quinase (CK), esta via tem a capacidade de ressintetizar ATP de forma extremamente rápida, sendo importante para o fornecimento de energia para eventos de curtíssima duração e alta potência (Kraemer and Fleck, 1998). Este sistema é extremamente importante no futebol, principalmente nos momentos onde a intensidade do esforço aumenta repentinamente. Boobis (1987) mostrou que o sistema ATP-Pc é responsável por metade da energia necessária para seis *sprints* consecutivos. Considerando que durante um jogo cerca de 7 minutos são gastos em ações de alta intensidade, que incluem aproximadamente 19 *sprints*, com duração média de 2 segundos cada (Bangsbo et al., 1991), este sistema parece ser responsável por cerca de 15% da energia gasta neste tipo de ação durante um jogo, podendo variar, de acordo com os níveis intramusculares de PCr.

Suplementação de Creatina e Futebol

Estudos recentes têm focado o possível valor ergogênico da suplementação de creatina, cujo protocolo mais utilizado é o da ingestão de 20g/dia. Tem sido mostrado que esse tipo severo de suplementação pode resultar num aumento da concentração de creatina e fosfocreatina totais (Casey,1996; Febraio,1995; Harris,1992). Outros trabalhos também têm demonstrado que essa elevada concentração intramuscular de PCr pode aumentar a taxa de ressíntese de ATP e PCr após esforços de alta intensidade, causando uma resistência maior a fadiga gerada pelo exercício e aumento de performance durante esforços repetidos (Balsom,1995; Febraio,1995, Mujika 2000). Mujika (1997) sugeriu que atletas altamente treinados, que participam de modalidades onde estão sujeitos a esforços repetidos podem ser beneficiados com a ingestão de creatina e melhorar o desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade tanto nos treinos quanto nas competições. Esse pode ser o caso do futebol competitivo, pois aliados aos esforços de alta intensidade estão as finalizações das jogadas (chute, salto, cabeceio), que também podem sofrer efeitos benéficos da suplementação de creatina devido ao retardo do processo de fadiga (Bangsbo,1994).

Glicólise Anaeróbia

Esta é a outra via de ressíntese de ATP que não utiliza oxigênio. Ela envolve dez reações químicas, onde a quebra parcial da molécula de glicose ou do glicogênio muscular em duas moléculas de lactato proporciona a formação de ATP, também de forma rápida:



A glicólise anaeróbia é responsável por até 80% do ATP necessário durante esforços de alta intensidade, de aproximadamente 3 minutos (Spriet, 1995). Embora o saldo energético desta via seja baixo, em relação a via aeróbia de ressíntese de ATP (3 mmol ATP/ mmol unidade de glicose contra 38 mmol ATP/ mmol unidade glicose), sua importância está em possuir uma capacidade de manutenção energética muito maior que a do sistema ATP-Pc, provendo quantidades maiores de ATP por unidade de tempo às fibras em atividade (Spriet et al., 1995). Gaitanos et al (1993) observaram, através de biópsia muscular, que em esforços intermitentes de alta intensidade, o sistema da fosfocreatina e da glicólise anaeróbia contribuíam de forma quase que igualitária em um único esforço de sprint. Esses autores utilizaram um protocolo de 10 *sprints* com duração de 6s e com 30s de pausa.

Via Aeróbia ou Metabolismo Oxidativo

O metabolismo aeróbio ou oxidativo é a principal via de síntese de ATP no repouso, em atividades sub máximas e de longa duração ou na pausa, após esforços intensos. A via oxidativa degrada tanto glicose quanto ácidos graxos a CO₂ e H₂O, produzindo ATP pelo processo de fosforilação oxidativa, nas mitocôndrias (Mitchel, 1961). Esta via utiliza a energia das reações de óxido-redução que ocorrem no ciclo de Krebs e cadeia respiratória (onde o O₂ molecular funciona como acceptor final de elétrons),

gerando um gradiente protônico ($\Delta\mu H^+$) pela membrana interna, necessário para a produção de ATP pela enzima ATP sintetase, também localizada na membrana mitocondrial interna (Mitchel, 1961).

Uma das grandes funções do metabolismo aeróbio no futebol é proporcionar o rearmazenamento da fosfocreatina, que deve estar sempre disponível para a manutenção da eficiência na potência muscular quando a exigência for esforços de alta intensidade (Harris et al. 1976). Ou seja, atletas que possuem uma maior potência aeróbia teriam uma capacidade maior de aporte de oxigênio nos músculos em atividade, o que levaria a uma maior capacidade de refosforilação da creatina nos períodos de recuperação (Ekblom, 1994), levando, conseqüentemente a uma melhor performance em esforços intermitentes. Nesse sentido, Aziz e colaboradores (2000) não observaram correlação entre VO_{2max} e velocidade máxima em *sprints* de 40m. Porém, observaram correlação moderada com o tempo total do teste (8 x 40m com trinta segundos de intervalo entre cada *sprint*). Tomlin e Wenger (2001) relacionaram a capacidade aeróbia com uma melhor resistência em esforços intermitentes de alta intensidade, porém os intervalos usados no seu estudo foram sempre superiores a 90 segundos.

Capacidades Físicas Exigidas no Futebol

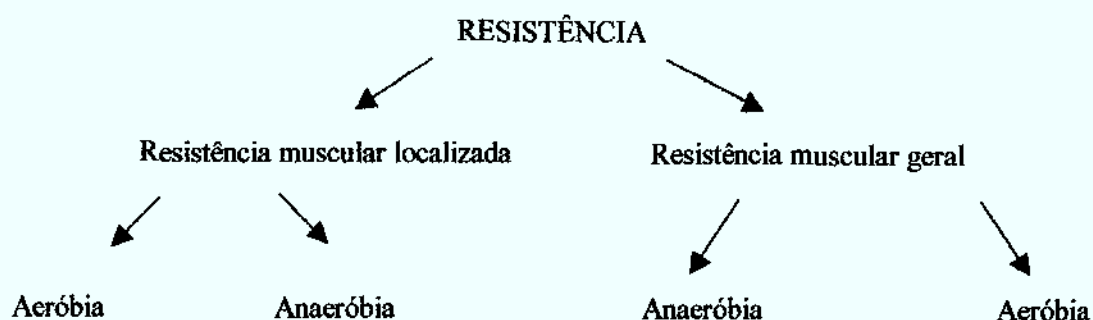
Conforme já foi dito, no decorrer de um jogo de futebol os atletas são exigidos de diversas formas, com o perfil de atividades variando desde o repouso completo, numa situação onde a bola está fora do campo de jogo e os atletas aguardam sua reposição, até *sprints* em alta velocidade, passando ainda por trotes leves, deslocamentos laterais e para trás, saltos e chutes. Este perfil confere ao futebol uma característica extremamente complexa, do ponto de vista fisiológico, pois ao contrário do encontrado em modalidades cíclicas, como várias provas de atletismo (100, 400, 800 e maratona), onde os movimentos se dão de forma constante, com a intensidade do esforço praticamente inalterada, o futebol é uma modalidade totalmente acíclica (os gestos desportivos não se repetem a intervalos regulares), exigindo a manifestação de várias capacidades motoras, conforme mostrado abaixo:

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

Isto significa dizer que o processo de treinamento deveria ser planejado para induzir adaptações nos sistemas cárdio-respiratório e muscular esquelético em interação com o sistema nervoso.

Capacidade de Resistência

Como resistência entende-se tanto a capacidade geral psicofísica de tolerância à fadiga em sobrecargas de longa duração, como a capacidade de uma recuperação rápida após ser submetido a estas sobrecargas (Weineck, 2000). A resistência pode ser dividida em diferentes tipos, de acordo com suas formas de manifestação e de interpretação:



Alguns benefícios da resistência para um jogador de futebol são (Weineck, 2000):

- Aumento do desempenho físico;
- Desempenho ótimo da capacidade de recuperação;
- Diminuição das lesões e contusões;
- Aumento da tolerância psíquica;
- Prevenção de falhas táticas em função da fadiga;
- Diminuição dos erros técnicos;
- Manutenção de alto nível de velocidade de ação e reação;
- Manutenção da saúde.

Os dois tipos de resistência, aeróbia e anaeróbia são muito importantes para o jogador de futebol. Entende-se como resistência aeróbia a forma de resistência que depende da eficiência do sistema oxidativo de produção de energia. Esta forma de resistência está envolvida com a recuperação; na resistência anaeróbia enquadram-se as formas específicas de manifestação do esporte.

Resistência Aeróbia

Weineck (2000) apontou a capacidade de resistência aeróbia, em conjunto com o tipo de fibra muscular, estado nutricional e capacidade de ressíntese de fosfocreatina, especificamente para o esforço de *sprint* como os principais fatores na otimização da capacidade de recuperação. Porém, em jogadores de futebol torna-se necessário a prevenção contra o excesso de treinamento da capacidade aeróbia, porque um grande volume de treinamento para resistência aeróbia prejudicaria as capacidades físicas de velocidade e potência, igualmente necessárias a esses atletas; quem treina essa capacidade de maneira exagerada torna-se lento, devido às adaptações metabólicas induzidas no músculo por esse tipo de treinamento (Hollosky, 1976). Em casos extremos pode acontecer a interconversão de fibras de contração rápida (Tipo II) em fibras de contração lenta (Tipo I), prejudicando assim algumas ações explosivas, tais como saídas rápidas, chutes, lançamentos, saltos e o desempenho da velocidade.

Métodos para Quantificação de Resistência Aeróbia

O máximo de O_2 que pode ser captado, transportado e utilizado pelas células é definido como $VO_{2máx}$, e tem sido utilizado há muito tempo como parâmetro de resistência aeróbia. Jogadores da seleção alemã da Copa de 1974 apresentaram valores entre 66, 68 e até mesmo 70 mL/Kg/min

(Losada, 1980). Outros estudos em jogadores de várias nacionalidades não diferiram muito desses, apesar de apresentarem valores mais baixos, entre 56 a 65 mL/Kg/min (Saltin, 1967, Agnevik, 1970, Caru et al., 1970, Williams, 1973, Raven et al., 1976, Dufour, 1983, Ekblom, 1986, Rhodes et al., 1986, Bunc et al., 1992). Rico Sanz e colaboradores (1996) encontraram, em jogadores da seleção de Porto Rico, valores médios de $69,2 \pm 0,7$ mL/Kg/min. Os valores mais altos parecem ter sido encontrados por Apor (1988), com média de 73,9 mL/Kg/min em 8 jogadores de 17 anos, pertencentes a clubes húngaros.

Uma outra maneira bastante utilizada para quantificar a capacidade aeróbia é pela frequência cardíaca. Foi demonstrada uma grande linearidade entre $\text{VO}_{2\text{max}}$ e frequência cardíaca, tanto em esforços contínuos quanto intermitentes (Bangsbo, 1994). No entanto, é preciso ficar atento, pois este é um método indireto e a linearidade entre $\text{VO}_{2\text{max}}$ e frequência cardíaca é quebrada durante contrações estáticas (isométricas), quando se trabalha com pequenos grupos musculares, após atividades executadas em alta intensidade e principalmente em situações de estresse emocional térmico (Astrand and Rodahl, 1986; Balston et al., 1991), o que durante um jogo de futebol pode certamente vir a influenciar nos resultados, levando a uma superestimação da participação da via aeróbia durante uma partida de futebol, ainda que pequena.

Embora ainda existam muitas controvérsias em torno da sua fundamentação teórica (Davis, 1985; Brooks, 1985), terminologia (Wasserman et al., 1973; Farrel et al., 1979) e protocolo de determinação (Coyle, 1995; Weltman, 1995), a resposta do lactato sanguíneo durante o exercício físico apresenta-se atualmente como um dos melhores índices para predição de performance da capacidade aeróbia (Denadai, 1995, 1999) e existem inúmeros protocolos propostos para sua determinação. Bangsbo (1994), utilizando uma concentração fixa de lactato de 3 mmol/L como a intensidade ótima de transição entre os metabolismos aeróbio e anaeróbio avaliou 60 jogadores dinamarqueses considerados da elite e verificou que os laterais ou alas e os meio-campistas apresentavam valores semelhantes na velocidade de limiar (15,9 e 15 Km/h), significativamente mais elevados do que os goleiros (13,8 Km/h), zagueiros (13,4 Km/h) ou atacantes (13,6 Km/h). Um outro estudo realizado por Green (1992) em jogadores australianos mostrou que os jogadores mais qualificados atingiram velocidade de limiar maior (14,5 Km/h) quando comparada à média do grupo, de 13,1 Km/h.

Resistência Anaeróbia

A resistência anaeróbia é outra capacidade fundamental para o jogador de futebol. A capacidade anaeróbia (predominantemente a anaeróbia alática), também denominada resistência de *sprint* bem desenvolvida proporciona (Weineck, 2000):

- O condicionamento específico das características do desempenho muscular do jogador de futebol (especialmente das pernas);
- Boa assimilação das sobrecargas intermitentes e repetitivas de corrida, acelerações e saltos, dribles em velocidade, chutes e cabeçadas rápidas;

- Capacidade de realizar acelerações, saltos, dribles e chutes com ritmo máximo e de forma bastante dinâmica durante todo jogo. Brewer e Davis (1991) deram significativa importância a resistência de *sprint* em jogadores de futebol, apontando este fator, inclusive, como a maior diferença em uma capacidade física entre atletas de elite para os de nível inferior, sendo encontradas as maiores velocidades de *sprint* em atletas de elite. Para isso, é extremamente necessário que o atleta de futebol reduza o seu tempo de recuperação, para conseguir manter o maior tempo possível o seu melhor desempenho de velocidade.

Resistência de *Sprint*

Para o jogador de futebol, não só a capacidade de aceleração (potência) tem importância, mas também a resistência de *sprint* (Weineck, 2000), o que não deve ser confundido com a resistência de velocidade do atletismo (Bisanz/Gerish 1980). Resistência de *sprint* é a capacidade do atleta poder realizar vários *sprints* máximos sem cair consideravelmente sua capacidade de aceleração em um jogo todo. Resistência de velocidade é a capacidade de manter a maior velocidade possível por um longo tempo. Para um atleta de 100m ou 400m a resistência de velocidade tem grande significado, mas jogadores de futebol não desempenham volumes maiores que 30–40m, permanecendo com isso predominantemente na fase de aceleração. Além disso, normalmente o atleta deve terminar o seu período cíclico de corrida e aceleração com uma ação acíclica (chute, cruzamento, passe e etc). Isso significa que a fase de corrida deve ser empregada da forma mais econômica possível para realizar as ações do jogo de forma eficiente.

Muitas equipes treinam muito a resistência de velocidade e pouco a resistência de *sprint*. Isso pode induzir uma queda da capacidade de aceleração, que está ligada, principalmente à via anaeróbia alática. Enquanto em um treinamento de resistência de velocidade há uma elevação do lactato sanguíneo em torno de 15 mmol/L, aparentemente em um jogo de futebol raramente ocorrem elevações tão altas (Krumelbein et alii. 1989). O desenvolvimento da resistência de *sprint*, através de métodos de treinamento adequados é fundamental para que nos momentos decisivos do jogo o jogador possa desempenhar suas acelerações máximas. Foi demonstrado que oito semanas de treinamento específico de resistência de *sprint* levou a uma melhor capacidade de recuperação, com baixa formação de lactato (valores iniciais de 7,29 mmol/L e finais de 5,06 mmol/L) (Weineck, 2000).

Justificativa e Objetivos

A fisiologia aplicada ao futebol não possui o foco e importância que deveria, se comparada aos esforços aplicados na melhoria na parte tática e técnica. Entretanto, pelo exposto na Introdução do presente trabalho existe a necessidade dos preparadores físicos terem parâmetros da eficiência de seus métodos de treinamento. É essencial que o preparador tenha idéia das capacidades físicas dos jogadores para poder avaliar se os objetivos propostos estão sendo alcançados. Tais testes também poderiam servir para traçar um perfil individualizado, geral ou por posição das capacidades essenciais à prática do futebol, fomentando um diálogo maior entre técnicos, preparadores físicos e fisiologistas. Este, aliás, é um dos problemas a ser enfrentado no meio desportivo. Há muito tempo a metodologia de treinamento adotada pelo preparador físico e seus resultados parecem estar desvinculados de uma análise técnica e tática pelos treinadores da maioria dos times. É como se houvessem dois trabalhos distintos e independentes entre si para atingir os mesmos objetivos. Ou seja, a preparação física é considerada satisfatória se o técnico sentir que o atleta consegue “correr” em campo e assumir suas determinações. Uma consequência dessa única imposição pode ser o excesso de treinamento de alta intensidade (físico e tático), muitas vezes sem o tempo de recuperação adequado. Esse desbalanço entre treino/recuperação ao longo do tempo pode aumentar a probabilidade dos atletas desenvolverem os sintomas de supertreinamento (*overtraining*), uma síndrome complexa, caracterizada por fadiga precoce, associada a alterações metabólicas, endócrinas e até mesmo comportamentais (Hartmann,2000). Por sua vez, o excesso de treinamento também pode levar ao aparecimento de lesões musculares mais graves, de origem principalmente oxidativa (Hartmann,2000).

Os objetivos do presente projeto, portanto, foram apresentar uma proposta nova de teste de resistência de *sprint*, com o objetivo de individualizar o melhor possível os atletas nessa capacidade e quantificar as capacidades físicas de resistência de *sprint* e resistência aeróbia na transição de cada ciclo de treinamento da pré-temporada e durante o período competitivo em atletas da categoria junior, último estágio de formação atlética antes de atingir a categoria profissional. Pretendemos verificar as correlações existentes entre capacidade de resistência aeróbia e de resistência de *sprint*, levando em conta as variáveis significativas deste teste (aceleração, velocidade média, velocidade máxima e número de *sprints*). Também foram investigados os efeitos da suplementação de creatina num dos blocos de treinamento e as correlações existentes com os dados das capacidades físicas coletados. Acreditamos que a equipe que tiver em mãos a quantificação das características físicas do atleta e conseguir transportar para o jogo a máxima eficiência tática que esse jogador pode desempenhar, teria um time no qual a preparação física individual poderia estar aliada a um esquema de jogo condizente com o grupo de atletas envolvidos, resultado da aproximação efetiva da equipe de preparadores físicos e comissão técnica.

Materiais e Métodos

Sujeitos

Participaram desse estudo 27 atletas de futebol da Associação Atlética Ponte Preta, Categoria Juniores (Sub-20), com idade média de 18 ± 1 anos. Devido as constantes mudanças de jogadores, principalmente por dispensa ou escalação no time profissional, muito comum em categorias amadoras de futebol, utilizamos nesse relatório somente os dados dos 11 atletas que participaram de todas as análises. Este trabalho contou com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos da Faculdade de Odontologia da Unicamp. Todos os atletas envolvidos assinaram o termo de consentimento pós-informação.

Periodização do Treinamento

A preparação física dos atletas para o Campeonato Paulista foi planejada e definida exclusivamente pelo preparador físico responsável pelos atletas, através de uma periodização (macrociclo) em 3 blocos, sendo que em cada um deles foi dada ênfase a uma capacidade condicionante (resistência, força e velocidade), a saber:

- **Bloco A:** Quatro semanas com prioridade para treinamentos de resistência de força e resistência aeróbia.
- **Bloco B:** Três semanas com prioridade para treinamentos de força máxima e três semanas com prioridade para treinamentos de potência. Neste período os atletas foram suplementados com creatina.
- **Bloco C:** Quatro semanas com prioridade para treinamentos de velocidade e aceleração.
- **Bloco D (Competição):** Os testes foram realizados após dez jogos do campeonato paulista 2001, com frequência de um jogo por semana.

CRONOGRAMA DOS TESTES FÍSICOS

Períodos Analisados	Datas	Momentos
Pré-Competitivo	05/04/01	Transição entre o bloco de resistência (4 semanas) para o de força
	22/05/01	Transição entre o bloco de força (6 semanas) para o de velocidade
	26/06/01	Transição entre o bloco de velocidade (4 semanas) e o início do Campeonato Paulista (01/07/01)
Competitivo	04/09/01	Após a classificação para a fase eliminatória

Protocolos dos Testes Físicos

1. Protocolo de Determinação do Limiar Anaeróbio

Utilizamos o protocolo, proposto por Tegtbur e colaboradores em 1993, com algumas modificações. Os indivíduos realizaram um esforço máximo de corrida na pista com aproximadamente 150 metros, a

fim de provocar uma elevação na concentração de lactato sanguíneo. Após uma pausa de 5 minutos foi feita a coleta de sangue, iniciando-se a partir daí corridas de 800 metros com velocidades sub-máximas progressivas pré-estabelecidas, seguidas de coleta sanguínea antes de cada nova corrida. Este procedimento foi repetido com um incremento progressivo de 1 km/h na velocidade anterior, até o ponto em que a concentração de lactato voltasse a subir. Adotou-se como velocidade de limiar o ponto correspondente à concentração mínima de lactato obtido durante todo o teste, conforme mostrado na Figura 1.

As coletas de sangue foram feitas pelo lóbulo da orelha, através de lancetas descartáveis da marca Feather, de onde foram retirados aproximadamente 25 μL de sangue através de capilares. As análises de concentração sanguínea de lactato são feitas em lactímetro portátil, modelo Accusport (Boeringer Mannheim).

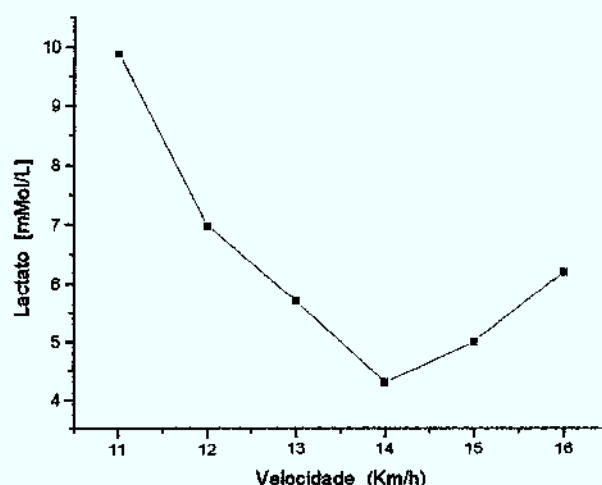


Figura 1: Comportamento da concentração sanguínea de lactato durante o teste para detecção da velocidade de limiar anaeróbio. A velocidade de limiar corresponde a menor concentração de lactato (no caso: 14 Km/h).

2. Protocolo de Resistência de Sprint:

Os atletas realizaram tiros de 30 metros em intensidade máxima (com 5 barreiras fotoelétricas acopladas ao software Velocity 2.0, dispostas a cada 7.5 metros), sendo registrada a velocidade média do percurso. As pausas entre os *sprints* foram de 20 segundos, sendo o número de esforços determinado pela queda da performance em 10% da velocidade máxima atingida, determinada como o melhor desempenho em um *sprint* obtido durante todo o teste. Desta forma, cada atleta executou um número variado de *sprints*, de acordo com a sua resistência individual. Através desse protocolo foram obtidos os dados referentes à velocidade, número de sprints e tempo para se atingir a máxima velocidade em cada percurso realizado.

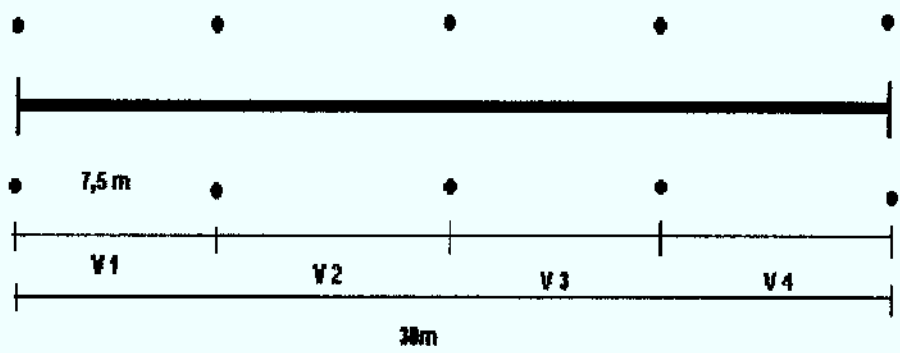


Figura 2: Disposição das fotocélulas

A Figura 3 mostra o resultado do protocolo de resistência de sprint proposto, realizado com 16 jogadores, onde foi dosada a concentração de lactato sanguíneo em três momentos, na melhor velocidade atingida, com 5% de decréscimo e com 10% de decréscimo da velocidade máxima.

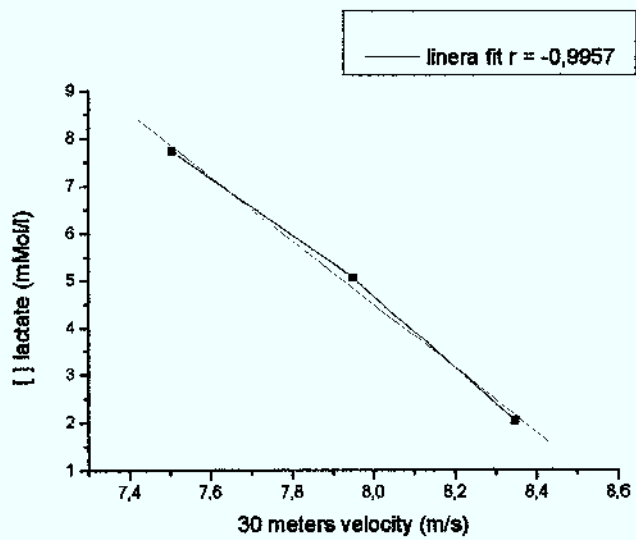


Figura 3: Relação entre lactato sanguíneo e velocidade média em 30m. Os pontos representam as médias de 16 jogadores no primeiro sprint, 5% e 10% de decréscimo da melhor velocidade média em 30m.

Pode-se observar que com 10% de decréscimo da maior velocidade atingida nos 30 m do teste, os valores de lactato estavam próximos aos encontrados em jogadores numa partida de futebol (Bangsbo,1994; Weineck,2000), sendo que a perda de velocidade foi significativa neste ponto. Apesar dos jogadores poderem atingir valores de concentração de lactato maiores durante o jogo, consideramos que a continuação do teste não era necessária, pois o decréscimo na velocidade seria muito acentuado, não sendo importante um trabalho nessas condições.

3. Protocolo de suplementação de creatina

O protocolo utilizado para suplementação de creatina foi proposto por Wood (1998). Os jogadores tomaram 20g/dia de creatina durante os 5 primeiros dias. Após esse período, a ingesta foi reduzida para 2g/dia durante 37 dias. Esse procedimento foi conduzido durante o bloco B, onde foi dada ênfase no treinamento de força, com muitas das seções realizadas na sala de musculação.

4. Cálculo do índice de fadiga

O índice de fadiga é um parâmetro relativo de queda de performance (Bishop, 2001). Para se calcular o índice, foi utilizado o tempo para se atingir a velocidade máxima (TVM), ou seja, o período de aceleração até o pico de velocidade, geralmente atingido em V₃, pois após essa barreira os atletas tinham dificuldade de continuar acelerando ou mesmo em manter a velocidade máxima atingida.

Ex;

Sprints	Tempo p/ Velocidade Max. (s)
1	2,512
2	2,760
3	2,799
4	2,873
5	3,120

$\sum TVM = 14,01\text{ s}$

$\text{Tempo Ideal} = 2,512 \times 5 = 12,56\text{ s}$

$\text{Índice de Fadiga} = [(\sum TVM / \text{Tempo Ideal}) \times 100] - 100 = 11,54\%$

O atleta teve um aumento real de 11,54% do valor ideal para o teste. O tempo para velocidade máxima é soma dos trechos anteriores à leitura da velocidade máxima. Sendo:

$\text{Velocidade máxima } V_3 \Rightarrow TVM = V_1 + V_2$

$\text{Velocidade máxima } V_4 \Rightarrow TVM = V_1 + V_2 + V_3$

Estaremos aferindo o período de aceleração dos atletas e analisando a queda de performance nessa capacidade.

5. Medidas de Composição Corporal

O protocolo utilizado foi o proposto por DeRose (1984).

Análise Estatística

Os dados foram analisados através da média e o desvio padrão. Foram consideradas significativas diferenças entre grupos para $P < 0,05$. O teste de significância utilizado foi o ANOVA para amostras pareadas com pós-teste de Turkey (programa GraphPad inStat). Os gráficos foram feitos pelo programa Origin 6.0.

Resultados

A Tabela I mostra as medidas de composição corporal coletadas antes da pré-temporada (Início) e após o término de cada bloco de treinamento.

Tabela I. Dados da Composição Corporal média do grupo

Dados Antropométricos	INÍCIO	BLOCO A	BLOCO B	BLOCO C
Massa (Kg)	70,12±6,53	71,69±6,19	72,73±6,21**	71,97±6,33
% Gordura	10,35±0,53	10,23±0,61	10,32±0,66	10,10±0,52
Massa Magra (Kg)	33,16±2,83	34,23±2,87***	34,84±2,92*** #	34,33±3,01***
Coxa Direita (cm)	55,05±1,70	56,09±1,78*	56,68±2,15***	56,27±1,99**

*Diferença significativa para Início ($P < 0,05$); **Diferença significativa para Início ($P < 0,01$); *** Diferença significativa para Início ($P < 0,001$); # Diferença significativa para Blocos A e C ($P < 0,05$).

Podemos observar que não houve modificação no percentual de gordura em nenhum momento analisado. Entretanto, os três blocos mostraram diferença significativa em relação a ambos, circunferência da coxa direita e aos valores de massa magra (Kg) quando comparados ao Início, sendo que os valores atingidos no bloco B foram também diferentes dos blocos A e C. Além disso, o bloco B foi o único que mostrou diferença significativa para o A no ganho de massa (Kg), realçando os efeitos da suplementação com creatina realizada durante esse período.

Os resultados apresentados na Figura 4 mostram os valores médios da velocidade máxima em 30m do grupo de atletas que fizeram as quatro análises ($n=11$).

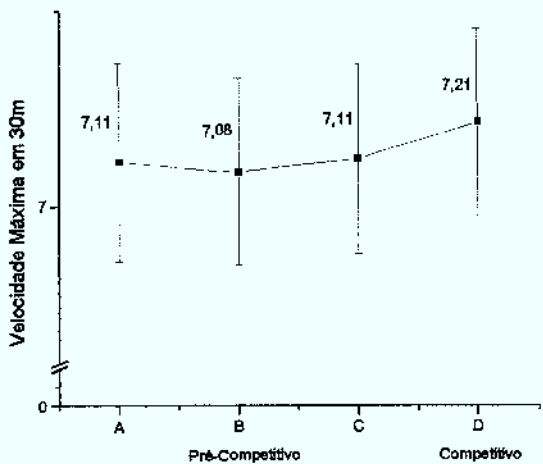


FIGURA 4. Velocidade Máxima em 30m dos jogadores ao longo do período pré-competitivo e competitivo. Dados são média ±DP do grupo ($n=11$).

Podemos observar que não houve modificação significativa na velocidade máxima em 30m em nenhum dos blocos avaliados. Essa velocidade foi utilizada para se estabelecer o final do teste, feito quando os atletas atingiram um decréscimo de 10% a partir desse valor. A Figura 5 contém as velocidades obtidas em cada um dos intervalos de fotocélulas (V_1 , V_2 , V_3 , V_4). Não foram coletados esses dados no bloco B.

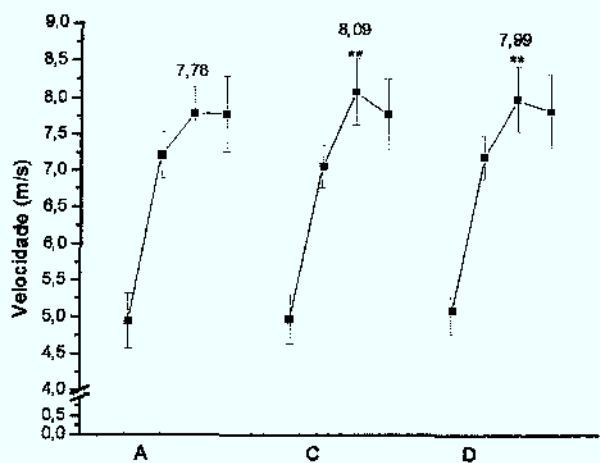


Figura 5: Curva das velocidades obtidas em cada um dos quatro intervalos entre as fotocélulas. Dados são média $\pm$ DP do grupo (n=11). ** $P<0,001$ em comparação com a fase A.

Esses dados mostram que a velocidade máxima de cada teste, aferida em V_3 , de 15,0 – 22,5m melhorou significativamente nos blocos C (velocidade) e D (Competição), embora a velocidade máxima em 30m não tenha sido modificada, conforme mostrado na Figura 4. O gráfico mostra que os jogadores não conseguiram manter ou melhorar a velocidade na parte final do teste (V_4) de 22,5 - 30m.

A Figura 6 mostra o tempo transcorrido para se atingir a velocidade máxima (TVM) do teste. Deve-se esclarecer que o TVM é o tempo somado de V_1 e V_2 se a maior velocidade fosse atingida em V_3 . Caso fosse em V_4 , seria a soma de V_1 , V_2 e V_3 . Como pode ser observado na Figura anterior, a velocidade máxima em cada teste foi atingida, em média, em V_3 .

Podemos observar que houve uma diminuição significativa após os blocos C e D, ou seja, os atletas melhoraram a aceleração num espaço curto, de até 15m.

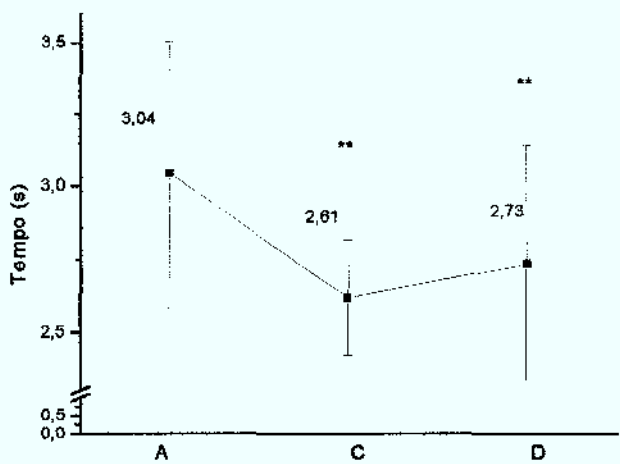


FIGURA 6: Tempo transcorrido para se atingir a velocidade máxima do percurso de 30m. Dados são média $\pm$ DP do grupo (n=11). ** $P < 0,001$ em comparação com a Fase A.

Na Figura 7 apresentamos o índice de fadiga após os blocos A, C e D. Podemos observar que no bloco A (resistência) os atletas atingiram o maior valor das três avaliações (20%), sofrendo uma queda significativa após o bloco C (7%), aumentando novamente no período de competição (D) para 13%.

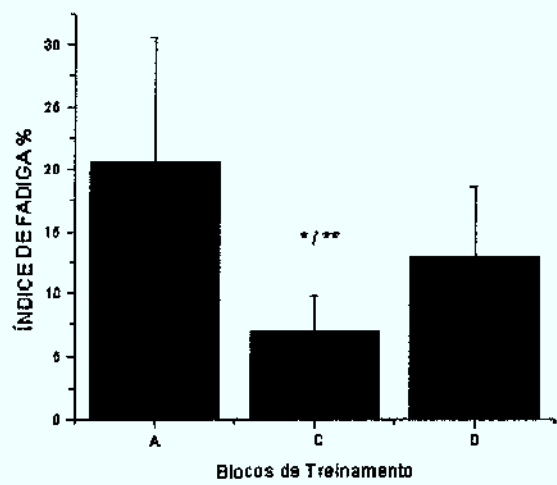


Figura 7: Índice de fadiga do tempo para se atingir a velocidade máxima nos blocos A, C e D. Média ± DP de cada bloco (n=11). * $P<0,05$ (Relativo a A) e ** $P<0,001$ (Relativo a D).

A Figura 8 mostra os dados do número de *sprints* do grupo de 11 jogadores nos quatro momentos analisados.

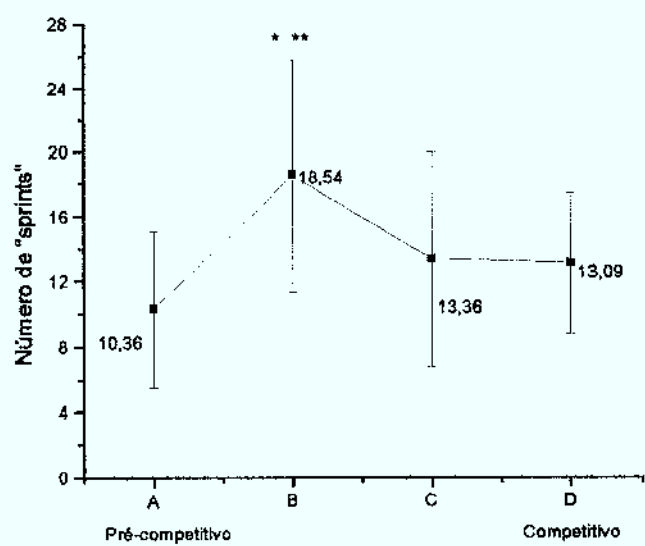


FIGURA 8: Número de *sprints*. Dados são média ± DP do grupo (n=11). ** $P<0.001$ em comparação com o primeiro teste (A); * $P<0.01$ em comparação com o terceiro e quarto testes (C, D).

Podemos observar que houve aumento significativo do número de *sprints* justamente na avaliação feita após o bloco B, quando foi feita a suplementação de creatina aliada ao treinamento com ênfase na melhoria dos níveis de força.

A Figura 9 mostra os valores de limiar anaeróbio do grupo de 11 jogadores nos quatro momentos analisados.

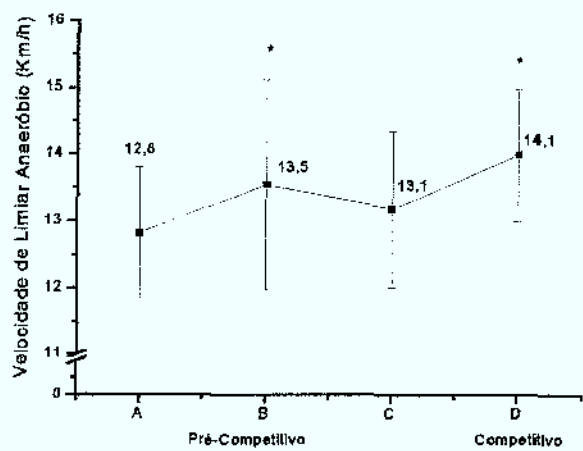
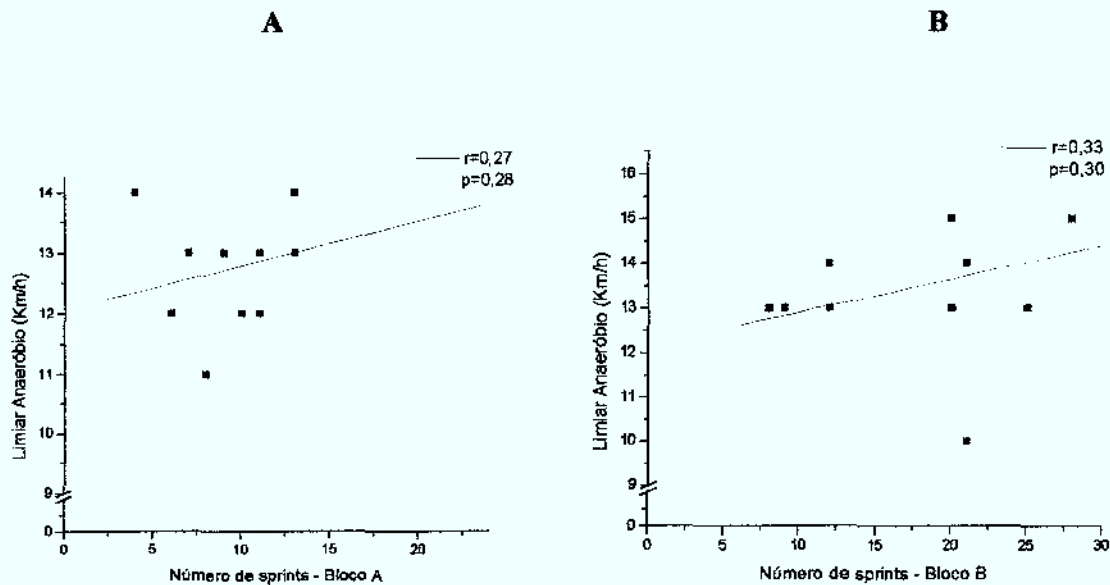


FIGURA 9: Limiar anaeróbio dos jogadores ao longo do período pré-competitivo e competitivo. Dados são média ± DP do grupo (n=11). * $P<0.05$ em comparação com o primeiro teste (A).

Podemos observar que após a periodização proposta no bloco B houve um aumento significativo nesses valores ($12,8 \pm 0,9$ Km/h para $13,5 \pm 1,5$ Km/h). Após o bloco C houve uma leve queda do limiar ($13,1 \pm 1,2$ Km/h), mas ainda com valor maior do que o bloco A, apesar de não ser significativo. É importante salientar que durante os blocos B e C, os estímulos específicos para a capacidade de resistência aeróbia tiveram somente objetivos de manutenção da capacidade, com número de sessões reduzido nessas fases. Podemos observar também que após a fase classificatória do período competitivo (D), que teve a duração de 10 semanas, o valor médio de limiar anaeróbio foi de $14,1 \pm 1,0$ Km/h, sendo este o melhor resultado obtido desde do início da temporada.

Embora tenhamos evidenciado um aumento significativo no número de sprints e na velocidade de limiar anaeróbio após o bloco B, não encontramos correlação significativa entre o número de *sprints* e limiar anaeróbio em nenhum dos momentos analisados (Figuras 10A, B, C e D).



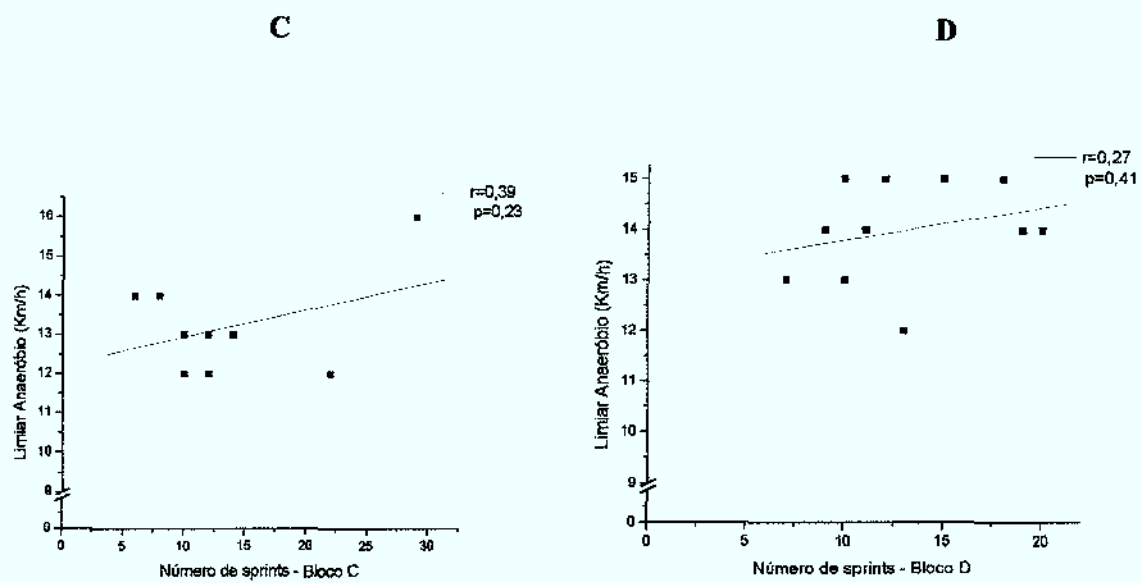


Figura 10: Relação entre velocidade de limiar anaeróbio e número de sprints para todos os momentos analisados. Significância para $P<0,05$.

Discussão

A baixa correlação entre a velocidade de limiar anaeróbio e o número de *sprints* encontrada nesse estudo, não difere dos resultados de Wadley (1998), que utilizou como parâmetro de potência aeróbia o VO_2 máx na comparação com um protocolo de resistência de *sprint* próximo ao utilizado nesse estudo (12X20m, 20s de pausa). Em outros trabalhos, que consideraram pausas maiores que 90s encontrou-se correlações maiores entre o VO_2 e parâmetros de performance de resistência de *sprint* (Wenger, 2001). Em recente revisão sobre o assunto, Wenger e Tomlin (2001) sugeriram que uma maior capacidade aeróbia estaria ligada a uma maior capacidade de recuperação em esforços intermitentes de alta intensidade, aumentando a remoção de lactato e a ressíntese de PCr. É conhecido, que nos momentos de recuperação o metabolismo oxidativo é o principal responsável pelo aumento na concentração de ATP no interior do músculo, permitindo a refosforilação da creatina pela ação da enzima creatina quinase, com formação de PCr, principal substrato para a realização de esforços máximos. Porém, esses autores utilizaram trabalhos com tempo de recuperação bem acima do utilizado no nosso estudo e também no de Wadley (1998), sugerindo que a eficiência na utilização do oxigênio através do metabolismo oxidativo não é evidenciada em 20s de pausa. Reforçando essa interpretação, McMahon (1998) utilizou 6 sprints de 15s em bicicleta ergométrica com 90s de pausa e verificou correlação entre o VO_2 máx e a porcentagem na queda da potência média e de pico nos esforços 5 e 6 comparados ao primeiro.

A principal razão para a utilização da velocidade de limiar anaeróbio nesse estudo é que este é um parâmetro de medida periférica da capacidade aeróbia, ou seja, de adaptações bioquímicas ocorridas ao nível celular na utilização do oxigênio que chega ao músculo. Essas, envolvem adaptações como o aumento do número e tamanho das mitocôndrias, atividade das enzimas glicolíticas e maior utilização dos ácidos graxos como fonte de energia (Fox, Bowers, 1989). Foi observado que em indivíduos destreinados o limiar anaeróbio é cerca de 60% do VO_2 máx, aumentando para aproximadamente 75%, podendo em casos extremos chegar a 85% do VO_2 máx em fundistas (Fox, Bowers, 1989). A medida de VO_2 possui a informação da capacidade central ou sistêmica de aporte e troca gasosa entre o sangue e os tecidos, tendo como fator limitante para seu aumento o débito cardíaco, e não a capacidade de extração do oxigênio pelo músculo esquelético (Fox, Bowers, 1989). Ou seja, a partir de um certo nível de treinamento não é mais possível aumentar o débito cardíaco. Entretanto, pode-se melhorar a capacidade de utilização do oxigênio através do aumento na capacidade das enzimas ligadas ao metabolismo oxidativo, que podem ser mensuradas através do limiar anaeróbio (McArdle, 1986; Denadai, 1995). Em seu trabalho, McMahon (1998) calculou o volume cardíaco de ejeção (VE) daqueles sujeitos avaliados pelo VO_2 para relacionar com a manutenção de potência ao longo do teste de resistência de *sprint*. Não foi estabelecida qualquer relação entre VE e a manutenção de potência, sugerindo que as adaptações dominantes que influenciam a recuperação entre os esforços estão localizadas mais periféricamente do que com aquelas relacionadas com aporte de oxigênio (número de hemácias, volume sistólico, trocas gasosas ao

nível alveolar e etc). Jansson (1990), investigando a ressíntese de PCr encontrou relação significativa com a atividade da enzima mitocondrial citrato sintase, dando mais um indício da importância das adaptações periféricas.

A falta de correlação entre a velocidade de limiar anaeróbio e o número de *sprints* mostrada em nosso estudo pode ser explicada por alguns fatores. Um deles pode ser de fato o tempo de recuperação, que não é suficiente para que indivíduos com um melhor limiar anaeróbio façam valer essa adaptação de forma significativa. Outra explicação poderia estar na metodologia empregada para se chegar a esse valor, que vem merecendo discussão na literatura. Brooks (1994) discute que o limiar anaeróbio, da forma que os protocolos são feitos, ou seja, em velocidades submáximas progressivas, não estariam ligados a uma mudança na predominância do metabolismo aeróbio→anaeróbio, mas sim pelo chamado fenômeno de massa. Esse autor discute que em velocidades progressivas haveria um ponto que, com o aumento na intensidade do exercício, as fibras do tipo II, predominantemente glicolíticas começariam a ser ativadas. Isto aumentaria a produção de lactato, mas não evidenciaria a mudança de metabolismo energético nas fibras estimuladas até então, de característica oxidativa (tipo I). As conclusões a respeito desse fato não foram totalmente elucidadas. O que se sabe é que o protocolo proposto por Tegtbur (1993) e utilizado em nosso estudo é um bom parâmetro de quantificação das cargas de treino. A dúvida reside no fato de se este parâmetro (velocidade de limiar) é preciso o suficiente para estabelecer relações tão refinadas do metabolismo energético ao nível periférico.

Por outro lado, a quantidade inicial de fosfocreatina parece ter uma influência muito maior nesse tipo esforço, de alta intensidade, do que as variáveis já discutidas de capacidade aeróbia. Os dados mostrados nesse trabalho deixam claro que após a suplementação de creatina, que ocorreu somente durante o bloco B, o número de *sprints* aumentou significativamente, retornando a valores próximos aos iniciais quando esta deixou de ser suplementada. Mujika (2000) suplementou um grupo de jogadores de futebol com creatina e utilizou um protocolo de 6X15m *sprints* com 30s de pausa e verificou um diminuição no tempo total do teste nos suplementados. Em outro trabalho, Balsom (1995) constatou que indivíduos suplementados mostraram um aumento da concentração de fosfocreatina intramuscular e relacionou isso tanto com a melhora na resistência à fadiga em exercícios de intensidade máxima quanto com uma menor concentração de lactato no músculo. Esses dois trabalhos utilizaram protocolos de suplementação muito similares ao utilizado desse estudo.

Foi mostrado que indivíduos com um aumento maior que 25% na creatina muscular total, tiveram uma aceleração na ressíntese de PCr após 2 min. de recuperação de exercícios intensos (Greenhaff,1994). Uma maior quantidade de PCr e maior velocidade de ressíntese pode manter a disponibilidade de ATP durante o esforço máximo e ser uma variável importante para manutenção de performance próxima aos níveis ótimos. No entanto, os dados mostrados nesse estudo sugerem que a quantidade inicial de fosfocreatina disponível após a suplementação é mais relevante que sua ressíntese. Greenhaff (1994) mostrou que para indivíduos suplementados e não suplementados com creatina, não havia diferença na taxa de ressíntese de PCr até 20s de recuperação, ou seja, a diferença

entre os grupos começaria a ocorrer a partir de 40s de pausa, quando somente os suplementados possuiriam uma concentração de creatina acima do K_m da creatina quinase (CK), favorecendo uma ativação maior da enzima. Em 20 s de pausa, as concentrações de creatina estão acima do valor de K_m para ambos os casos. A relação com uma menor produção de lactato poderia estaria ligada ao controle que a PCr exerce sobre a enzima fosfofrutoquinase, diminuindo a atividade dessa enzima chave da via glicolítica. Além disso, uma maior concentração de PCr reduz o acúmulo de ADP e AMP, estimuladores potentes da via glicolítica (Balsom, 1995; Greenhaff, 1998). Um menor acúmulo de lactato no músculo auxilia no retardo do processo de fadiga (Fox, Bowers, 1989).

O processo de recuperação e utilização da PCr nos diferentes tipos de fibra muscular também poderia influenciar o processo de fadiga em esforços intermitentes feito em intensidade máxima. Sendo o estímulo máximo, todas as fibras, tipo I e II, estariam sendo recrutadas para realizar o exercício, diferentemente do que ocorre em esforços sub-máximos. A recuperação da fosfocreatina nas fibras do tipo II é mais lenta do que a do tipo I. Testes realizados com biópsia muscular relacionaram a recuperação incompleta das fibras glicolíticas (tipo II) com a queda de performance (Gaitanos, 1993; Greenhaff, 1994; Casey, 1996). Casey (1996) mostrou que em *sprints* de 30s seguidos de 4 min. de recuperação, a concentração de PCr e ATP das fibras do tipo I estavam praticamente restabelecidas aos níveis iniciais e que esse tempo ainda não fora suficiente para ressintetizar todo o estoque das fibras do tipo II. A capacidade oxidativa das fibras I, com maior concentração de mitocôndrias, vascularização e mioglobinas, auxiliam de forma direta a maior recuperação da PCr. Além disso, elas exercerem menor tensão que as fibras do tipo II, acarretando um menor gasto energético por unidade (McArdle, 1986). Por outro lado, a capacidade de gerar maior tensão nas fibras glicolíticas é compensada por um estoque maior de PCr e glicogênio no interior das células. Bangsbo (1994a) demonstrou que o estoque de glicogênio não é um fator limitante para o tipo de teste que realizamos nesse estudo. Esses dados reforçam a sugestão de que o aumento nas concentrações de PCr nas fibras tipo II após o bloco B, deve ter auxiliado de forma significativa a capacidade do atleta em manter por muito mais tempo as velocidades em 30m acima do decréscimo de 10%.

O índice de fadiga sugere que até 15m os fatores ligados a capacidade neuromuscular seja mais importante para a realização do teste. Após o bloco C, onde houve uma ênfase maior nos exercícios pliométricos e desenvolvimento de potência muscular, o índice de fadiga, tirado do tempo para se atingir a velocidade máxima (TVM) foi o menor encontrado (7%), embora o número de *sprints* não tenha se alterado de forma significativa nos três blocos onde temos essa informação (A, C e D). Balsom (1992) não encontrou aumento significativo no tempo de 15m após 40 *sprints* com 30s de pausa passiva. Por outro lado, Bishop (2001), utilizando um protocolo que consistiu em um circuito de 1 min. com vários tipos de esforços (corrida lenta, rápida, desacelerações, caminhar e três *sprints* de 10m-10m-15m) encontrou aumento significativo no tempo nos 15m após 15 repetições com utilização de fotocélulas. Esses resultados reforçam os dados apresentados nesse trabalho e sugerem que a melhoria na capacidade neuromuscular de transmissão de estímulos e recrutamento de fibras é o mais relevante nesse tipo de teste em 15m, ressaltando que ambas as pesquisas não avaliaram qualquer

efeito de treinamento. Resta a dúvida se no estudo de Bishop (2001) o aumento no tempo se deu pela depleção dos substratos energéticos, pela fadiga do sistema nervoso, ligada principalmente a reabsorção do cálcio pelo retículo sarcoplasmático ou a alterações morfológicas que podem ocorrer ao nível celular após as atividades executadas (McArdle, 1986). O índice de fadiga voltou a subir quando os estímulos do bloco C cessaram, com aumento embora não significativo de cerca de 0,12s no tempo para velocidade máxima observado no bloco D (Figura 6). Treinamento de força (bloco B) e pliométricos (bloco C) resultam em mudança na velocidade e aumento na eletromiografia (mV x s) em esforços de alta velocidade (Komi, 1986). A velocidade máxima em 30m (parâmetro para o decréscimo de 10%) não se alterou em nenhum dos blocos, conforme mostrado na Figura 4. No entanto, a velocidade máxima em V_3 nos blocos C e D aumentou significativamente quando comparada ao bloco A (Figura 5), sendo acompanhada pela diminuição no tempo para se atingir a velocidade máxima (TVM), conforme mostrado na Figura 6. Isso sugere que nos 15m finais, o nível inicial de fosfocreatina possui uma importância maior para o rendimento do que no início dos primeiros 15m, onde a capacidade neuromuscular possui maior influência. Não detectamos variação no número de *sprints* nos blocos A, C e D, mas modificações significativas no índice de fadiga nos 15m iniciais (período de aceleração), sugerindo que sem a suplementação de creatina não haveria diferença entre os blocos, inclusive o bloco B, com relação ao número de *sprints*.

Resumindo, as variáveis aferidas nesse trabalho sofreram alterações induzidas por cada bloco de treinamento. O TVM e velocidade máxima em V_3 e o índice de fadiga foram as que se modificaram de forma significativa após o bloco C. O limiar anaeróbio apresentou melhora significativa após o bloco B, atingindo seus maiores valores no período competitivo. O alto incremento do número de *sprints* após o bloco B provavelmente esteja relacionado com a suplementação de creatina durante esse período. As outras fases de treinamento mantiveram o número de *sprints* e o período competitivo conseguiu manter essa capacidade mesmo sem treinamentos específicos. A velocidade em 30m não se alterou com o treinamento. Os dados sugerem que o bloco A teve importância na profilaxia para o restante da periodização, preparando os atletas para as cargas mais intensas executadas nos outros blocos (Weineck, 1999). Fica, entretanto a ressalva de que não houve avaliação antes do bloco A. Vale ressaltar que as medidas de composição corporal mostraram que não houve alterações significativas ao longo de todo período de testes, sugerindo que o estado nutricional dos atletas estava adequado. Por fim, nossos dados mostraram que o estímulo do jogo no período competitivo foi capaz de manter as capacidades aqui aferidas em valores próximos ao final do período preparatório (Bloco C). Acreditamos que avaliações de controle dos ciclos de treinamento como as mostradas nesse trabalho sejam de importante valia para o preparador físico intervir, reavaliar os métodos empregados, quantificar ganhos de performance e questionar de forma mais precisa o trabalho empregado.

Bibliografia

- Astrand, P.O. & Rodahl, K. (1986). Textbook of work physiology. New York: McGraw Hill.
- Aziz, A. R.; Chia M. and Teh K. C. (2000). The relation between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness* **40**:195-200.
- Balsom, P.D., K. Soderlund, B. Sjodin and B. Ekblom (1995). Eskeletal muscle metabolism during short duration high intensity exercise :Influence of creatine supplementation. *Acta Physiol. Scand.* **154**: 303-310.
- Balsom, P.D., Seger J. Y., B. Sjodin and B. Ekblom (1992) physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *Eur. J. of Appl. Physiol. And Occup. Physiol.* **65**: 144-149.
- Bangsbo, J. (1994a). Regulation of muscle glicogenolysis and glicolysis during intense exercise: In vivo studies using repeated intense exercise. *Biochemistry of Exercise IX*. Human Kinetics. pp: 261-275.
- Bangsbo, J. (1994b). The physiology of soccer. *Acta Physio. Scand.* **151**
- Basset Jr, D.R, Merrill, P.W., Nagle, F. J., Agre, J. C. and Sampedro R. (1991). Rate of decline in blood lactate after cycling exercise in endurance-trained and untrained subjects. *J. Appl. Physiol.* **70**(4): 1816-1820.
- Bishop, D., Spencer, M. Duffield, R., and Lawrence, S. (2001). The validity of repeated sprint ability teste. *Journal of Science and Medicine in Sports*, **4**(1): 19-29.
- Boobis, L.H. (1987). Metabolic aspects of fatigue during sprinting. IN: Exercise Benefits, Limits and Adaptations, pp116-143. Macleod, D., Maughan, R., Nimmo, M., Reilly, T. & Williams, T.C. eds. E.& F.N. Spon, London/ New York.
- Brooks G. A., Mercier J. (1994) Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the crossover concept. *J. Appl. Physiol.* **76**(6): 2253-2261.
- Brooks, G. A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future reserch. *Med. Sci. Sports Exer.* **27**:22-31.
- Brooks, G.A. (1991). Current concepts in lactate exchange. *Med. Sci. Sports Exer.* **23**: p.895-906.
- Carter, H., Jones A. M. and Doust J. H. (1999). Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. *Med. Sci. Sports Exe.* **31**(6): 837-845.

- Casey, A., Constantin-Teodosiu, S., Howell, E., Hultman and P.L. Greenhaff (1996). Metabolic response of type I and II muscle fibers during repeated bouts of maximal exercise in humans. *Am. J. Physiol.* **271**: E38-E43
- Denadai, B. S. Limiar anaeróbio: Considerações fisiológicas e metodológicas. (1995). *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. **1**: 10-15.
- Denadai, B. S., Herbert G. S. and Carmen G. C. (1998). Reprodutibilidade do limiar anaeróbio individual (IAT) e lactato mínimo (Im) determinados em teste de pista. *Revista Brasileira de Atividade física e saúde* **3**: 24-31.
- DeRose, E.H., Pigatto, E. & DeRose, R.F.C. (1984). Cineantropometria Educação Física e Treinamento Desportivo. Rio de Janeiro.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med.* **3**: 50-60.
- Ekblom, B. (1989). A field test of soccer players. *Science and football* **1**: 13-15.
- Febraio, M.A., T.R. Flanagan, R.J. Snow, S. Zhao and M.F. Carey (1995). Effect of creatine supplementation on intramuscular TCr, metabolism and performance during intermittent supramaximal exercise in humans. *Acta Physiol. Scand.* **155**: 387-395
- Fleck, S. J. and Kraemer, W. J. (1999). Fundamentos do treinamento de força muscular 2.ed. – Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda.
- Fox, L.E., Bowers, W.R., Foss, L.M. (1989). Bases fisiológicas da educação física e do desporto. Ed. Guanabara Koogan S.A. 4ª. Ed. R.J.
- Gaitanos, G. C. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* **75**: 712-719.
- Gaitanos, G. C., C. Williams, L. H. Boobis, and S. Brooks (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* **75**(2): 712-719.
- Greenhaff, P.L. (1994). Dietary creatine supplementation and fatigue during high intensity exercise in humans. *Biochemistry of Exercise IX. Human Kinetics*. pp:219-242.
- Greenhaff, P.L., and Timmons, J.A. (1998). Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exerc Sport Sci Rev.* **26**:1-30.
- Harris, R. C., Hultman, E., Kaisjer, R. and Nordesjo, L. O. (1975). The effect of circulatory occlusion on isometric exercise capacity and energy metabolism in exercise man. *Scand. J Clin. Lab. Invest.* **35**: 87-95.

- Harris, R.C., K. Soderlund and E. Hultman (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin. Sci.* **83**: 367-374.
- Hartmann, U. and J. Mester. (2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Med. Sci. Sports Exerc.* **32**. No. 1, 209-215.
- Hirvonen J., Rehuman S., Rusko H. and Harkonen M. (1987). Breakdown of high energy phosphate-compounds and lactate accumulation during short-supramaximal exercise. *Eur. J Appl. Physiol.* **56**: 253-259
- Janson, E., Duddley, G.A., Norman B. And Tesch, P. A. (1990). Relationship of recovery from intense exercise to the oxidative potential of skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* **139**: 147-152
- Jones, A. M. and J. H. Doust. (1998). The validity of lactate minimum test for the determination of the maximal lactate steady state. *Med. Sci. Sports Exerc.* **30**, (8): 1304-1313.
- Katz, A. and Sahlin, K. (1990). Role of oxygen in regulation glycolysis and lactate production in human skeletal muscle. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, **18**: 1-28
- Kohrt, W.M. et alii. (1989). Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling and running. *Med. and Science in Sports and Exerc.* **21**: 569-575.
- Komi, P. V. (1986). How important is neural drive for strength and power development in human skeletal muscle? *Biochemistry of Exercise VI. Human Kinetics*. pp: 515-529.
- Krummelbein, U., C. Buhl, D. Y. Cai and P. E. Nowacki. (1989) Neue methode und ergebnisse der sportartspezifischen leistungsdagnostik im fußball in: Sport – Retung oder risiko tur die gesundhert?. *Deutscher Artze-Verlag. Koln*; 442-445.
- Lehninger, Albert Lester. (1984). Principios de bioquímica. Ed. Sarvier.
- Mayhew, S. R. and Wenger, H. A. (1985). Time motion analysis of professional soccer. *J. Hum. Mov. Stud.*; **11**: 49-52.
- Mazzeo, R. S., Brooks, G. A., Schoeller, D. A. and Budinger, T. F. (1986) Disposal of blood 1- ¹³C lactate in humans during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.*; **60**: 232-241.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. and Katch, V. L., (1986). In: Exercise Physiology aspects. Lea & Febiger eds.
- McMahon, S., Wenger, H.A. (1998). The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *J. of Sci. and Med. In Sports.* **1**(4): 219-227

- Mujika, I. and S. Padilla (1997). Creatine supplementation as an ergogenic aid for sports performance in highly trained athletes: a critical review. *Int J. Sports Med.* **18**: 491-496
- Mujika, I., S. Padilla, J. Ibanez, M. Izquierdo and E. Gorostiaga. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* **32**: 518-525
- Ohashi, J., Togari, H., Isokawa M., and Suzuki, S. (1988). Measuring movement speeds and distances covered during soccer match-play. In: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W. J. (eds). *Science and football*. 434-440.
- Oosthuysen, T., and R. N. Carter. (1989). Plasma lactate decline during passive recovery from High-intensity exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **31**, No 5, 670-674.
- Saltin, B., Gollnick, P.D., Eriksson, B.O. and Piehl, K. (1971). Metabolic and circulatory adjustments at onset of maximal work. IN: Gilbert, A., Guille, P., eds. *Onset of Exercise*. Toulouse: University of Toulouse Press: 63-76.
- Schauf, Moffet D. and Moffet S. (1993). *Fisiologia humana*. Guanabara Koogan SA.
- Schneider, D. A., T. M. Mclellan, and G. C. Gass. (2000). Plasma catecholamine and blood lactate responses to incremental arm and leg exercise. *Med. Sci. Sports Exercise*. **32**, No. 3, 608-613.
- Spriet, L.L. (1995). Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. IN: Hargreaves, M., ed. *Exercise Metabolism* 1a ed. *Human Kinetics*. 1-40.
- Stainsby, W.N and Brooks G. A. (1990) Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. *Exercise and Sports Sciences Reviews*. **18**: 29-63
- Stegmann, H. et al. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International J. of Sports Medicine*. **2**: 160-165.
- Steven J. Fleck e William Kraemer (1999). *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Ed. Artes Médica do Sul Ltda. segunda edição.
- Tegtbur, U. et al. (1993). Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. **25**: 620-627.
- Thomas, V. and Reilly, T. (1976). Application of motion analysis to assess performance in competitive football. *Ergonomics*. **19**: 530.
- Van Gool, D., Van Gerven, D. and Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W. J. (eds). *Science and football*. 51-59.

- Wadley, G. and Lê Rossignol, P. (1988). The relationship between repeated sprint ability and the aerobic anaerobic energy systems. *J. of Sci. and Med. In Sports*. **1(2)**: 100-110.
- Weineck, J.(1999). Treinamento Ideal. São Paulo, ed. Manole 9ª edição.
- Weineck, J.(2000). Futebol Total: o treinamento físico no futebol. São Paulo, ed.
- Wenger, A. H. and Tomlin, D. L.. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med*. **31(1)**: 1-11.
- Wood, K.K., Zabki, R.M., Dawson, M.L. & Fryeta (1988). The effect of monohydrate creatine supplementation on strength, lean body mass and circumference on male weightlifters. *Med. Sci. Sports and Exec*. **30**: s272.
- Zatsiorsky, Vladimir M.(1999). Ciência e prática do treinamento de força. São Paulo, PhorteEd.