



**TCC/UNICAMP**  
**T286a**  
**1373 FEF/54**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP**  
**Faculdade de Educação Física**

**LUCAS SAMUEL TESSUTTI**



**ANÁLISES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DA**  
**TEMPORADA 2001 EM JOGADORES DE FUTEBOL**  
**DA CATEGORIA JUNIORES (SUB-20)**

**Novembro, 2003.**

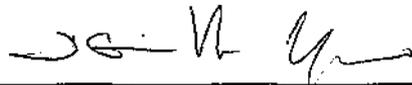
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP  
Faculdade de Educação Física



## ANÁLISES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DA TEMPORADA 2001 EM JOGADORES DE FUTEBOL DA CATEGORIA JUNIORES (SUB-20)

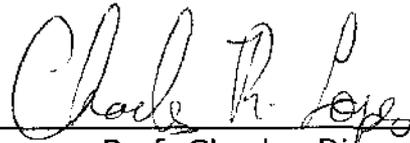
Monografia de final de curso do  
aluno Lucas Samuel Tessutti,  
apresentada na disciplina MH-620  
para obtenção do título de  
Bacharel em Educação Física, sob  
orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise  
Vaz de Macedo.

Novembro, 2003.



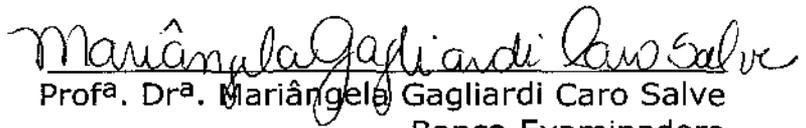
---

Profª. Dra. Denise Vaz de Macedo  
Orientadora



---

Prof. Charles Ricardo Lopes  
Banca Examinadora



---

Profª. Dra. Mariângela Gagliardi Caro Salve  
Banca Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

A meus Pais, que sempre me guiaram e me apoiaram com muito amor, carinho e dedicação principalmente nos momentos mais difíceis de nossas vidas.

À minha família. Meus irmãos Vitor e Felipe, que me mostraram o caminho para a felicidade e que para se conseguir algo na vida é preciso lutar. Minha cunhada Beth, meus sobrinhos Thiago e aquele (a) que ainda está por vir, pelos momentos alegres, e que trouxeram a união e a felicidade em nossa família. Mesmo sendo difícil para expressar, amo todos vocês!

Aos meus eternos amigos, Wagner, João Paulo, Brigadeiro, Cebola, Ualisson, Rodrigo, André, Ramon, Rogerinho e Simãozinho, que mesmo distantes permanecem vivas as lembranças, os churrascos, as músicas, as viagens, as baladas, as bebedeiras, os desentendimentos e as brincadeiras.

A Professora e Orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Vaz de Macedo que nos guia com segurança e competência, nos mostrando a magia de ensinar e que vale a pena seguir esse caminho.

Aos velhos (nem tão recentes) e presentes amigos de trabalho, Fernando Catanho, Fernanda, Rodrigo Hohl, Paulo e Rodrigo "Chiqueza" que seguem o mesmo barco, dividindo conhecimentos e alegrias.

Aos professores e também amigos Armindo, Neto, Cláudio, Charles, Mirtes, Agnes (que também é minha aluna), Chicão, René, Luciana, Jocimar, Cézinha e Hermes que dividem conhecimentos, experiências e companheirismo. Aos novos companheiros, Renato, Danilo, Thiago, Duda e Lázaro que vieram para somar, demonstrando coragem e determinação.

Não poderia esquecer dos amigos da República Quilombo, dos Abelhudos (Brotas), da faculdade e do inigualável, grandioso e fantástico Torpedão!

Aos professores Luís Fernando Goulart e Hélio Moura pela troca de experiências, empenho e por acreditar no sucesso desse trabalho.

Ao meu grande amigo e atleta Silêncio Vicente dos Santos (Mi) que mostrou ser capaz de mover montanhas para realizar seus sonhos. Força garoto!

Aos novos amigos e alunos do condicionamento físico, por momentos de "força" e descontração.

Ao grandioso Senhor, que nos guiará sempre.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Perfil fisiológico do futebol.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1. Padrão de atividade física durante o jogo de futebol.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Perfil metabólico de produção de ATP no futebol.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.1. Sistema ATP-fosfocreatina.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2. Glicólise anaeróbia.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3. Via aeróbia ou metabolismo oxidativo.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Capacidades físicas exigidas durante o jogo de futebol.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1. Resistência aeróbia e anaeróbia.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2. Força – Adaptação neural e desenvolvimento de força.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.3. Potência – Essência para modalidades com predominância força-         <b>velocidade.....</b></b>	<b>9</b>
<b>1.4 Adaptação aos estímulos de treinamento.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1. Periodização – Elaboração de um programa para jogadores de         <b>futebol.....</b></b>	<b>11</b>
<b>1.5. Alterações musculares e metabólicas induzidas pelo treinamento.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.1. Marcador de estresse muscular – Creatina quinase (CK).....</b>	<b>14</b>
<b>1.5.2. Marcador de estresse metabólico – Uréia.....</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Sujeitos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Cronograma dos testes de capacidades físicas e análises sanguíneas.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3. Periodização da Temporada.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.1. Proposta de periodização.....</b>	<b>19</b>

3.3.2. <i>Distribuição das cargas</i> .....	21
3.4. Protocolos dos testes físicos executados.....	23
3.4.1. <i>Protocolo de determinação de limiar anaeróbio</i> .....	23
3.4.2. <i>Protocolo de resistência de sprint – Labex-Teste</i> .....	24
3.5. Protocolo de análises sanguíneas.....	24
3.5.1. <i>Coleta de sangue e preparo das amostras</i> .....	24
3.5.2. <i>Concentração plasmática de CK – Alteração celular</i> .....	25
3.5.3. <i>Concentração plasmática de uréia – Estresse metabólico</i> .....	25
3.6. Análise estatística.....	25
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
4.1. Capacidade de resistência aeróbia ao longo do ano competitivo.....	27
4.2. Efeitos da temporada sobre as capacidades de resistência de <i>sprint</i> , velocidade máxima e aceleração.....	28
4.3. Efeito da temporada sobre os níveis de alteração muscular.....	32
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1. Adaptações na capacidade aeróbia.....	34
5.2. Adaptações na capacidade anaeróbia.....	34
5.3. Adaptações metabólicas induzidas pelo treinamento.....	36
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>39</b>

## RESUMO

Avaliações de laboratório e de campo visam estabelecer parâmetros de adaptação aos estímulos aplicados a jogadores de futebol. Nosso objetivo foi monitorar as alterações fisiológicas e metabólicas de uma equipe da categoria juniores (sub-20) de futebol, durante toda a temporada 2001. Participaram das avaliações um total de 27 atletas, com  $18 \pm 1$  anos de idade. Durante o ano competitivo avaliamos os marcadores sanguíneos de estresse metabólico (uréia) e de lesão muscular (creatina quinase-CK). Avaliamos também a capacidade aeróbia, através da determinação do limiar anaeróbio (LA). Para verificarmos a resistência de *sprint* (RS), velocidade máxima (VM) e tempo para a velocidade máxima (TVM) utilizamos o *Labex-Test*. O programa de treinamento estabelecido durante o ano competitivo teve como base o modelo de cargas concentradas. Os dados das análises sanguíneas mostraram que o treinamento provocou adaptações orgânicas satisfatórias. Com relação às capacidades físicas, nossos resultados demonstraram uma melhoria no LA e nas capacidades de RS e TVM, de acordo com período específico estimulado. Não foi possível encontrar melhorias nos valores médios de VM ao longo do ano. Através do acompanhamento estabelecido junto à equipe durante o ano, podemos concluir que os níveis de estresse orgânico imposto pelo treinamento puderam ser controlados e individualizados, proporcionando assim, uma adaptação positiva em capacidades biomotoras importantes para jogadores de futebol.

**Palavras chaves:** futebol, capacidades físicas, treinamento esportivo, limiar anaeróbio, resistência de *sprint*, creatina quinase.

---

---

### **ABSTRACT**

To measure the abilities involved in soccer are proposed laboratory and field measures with the goal to establish adaptations parameters to the estímulis aplicated to the athletes. Our propose was to follow the physiological and metabolic alterations established in training schedule of a under 20 soccer team, during the season 2001. Participated in the evaluations more than 27 athletes, with  $18\pm 1$  years old. During this period, we checked the blood markers of metabolic stress (urea) and of muscle damage (creatine kinase-CK). With the goal of evaluate the athletes physical capacities, were analysed the aerobic capacity through the determination of the anaerobic threshold (AT). To measure the sprint resistance (SR), maximum speed (MS) and time to achieve the maximum speed (TMS), we used the *Labex-Test* method. The training schedule used was based on the load concentrate proposed by Verkhoshansky (1995). The blood analyses dates demonstrated that the training gave satisfactories organics adaptations, with control in the metabolic stress (Urea) and muscle damage (CK) parameters during the season. In relation with the physical capacities, our results demonstrated improvement of the AT, SR and TMS capacities. It wasn't possible to find improvement in the mean values of MS. We can conclude that the stimulus aplicated supported the athletes adaptation, once that the organic stress levels impose through training could be controled and individuallized, permitting a positive adaptation of the athletic performance in these players.

**Key words:** soccer, physical capacities, sport training, anaerobic threshold, sprint resistance, creatine kinase.

---

## INTRODUÇÃO

### 1. 1. PERFIL FISIOLÓGICO DO FUTEBOL

A modalidade futebol utiliza diferentes perfis de atividades e capacidades físicas. No decorrer de uma partida os atletas são exigidos de diversas formas e dependendo da função tática estabelecida pelo treinador ou pela equipe adversária, as demandas físicas podem sofrer alterações significativas. O perfil da atividade pode variar 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. Ou seja, a intensidade do esforço pode ser alterada a qualquer instante do jogo. Este perfil de atividade garante ao futebol uma característica extremamente complexa do ponto de vista fisiológico. Ao contrário do encontrado em modalidades cíclicas, como várias provas do atletismo (100, 400, 800m e maratona), onde os movimentos se dão de forma constante, com a intensidade do esforço praticamente inalterada, o futebol é uma modalidade totalmente acíclica, que exige a manifestação de várias capacidades motoras durante um único jogo, dentre elas:

- Capacidade de resistir a vários esforços intermitentes;
- Capacidade de recuperação rápida da força intensa, otimizada diante de uma boa capacidade aeróbia;
- Capacidade de *performance* em esforços de alta velocidade, determinante em disputas com o adversário;
- Capacidade de desenvolver altos níveis de força, principalmente em situações tais como saltos e chutes.

Esses perfis multifatoriais podem ser mensurados através de parâmetros antropométricos, fisiológicos e análises performáticas, permitindo avaliar se existem os pré-requisitos biológicos para os jogadores atuarem em competições de alto nível (REILLY et al., 2000). As bases fisiológicas que garantem tais exigências motoras são basicamente características do sistema cárdio-respiratório e muscular, em interação com o sistema nervoso (BANGSBO, 1994). Por sua vez, o metabolismo predominante e sua regulação nessas diferentes ações envolvidas com a prática do futebol são os responsáveis, em última instância, pela resposta adaptativa positiva, que leva a um aumento na *performance*, fornecendo informações importantes para a obtenção de atletas de alto nível.

---

Dessa forma, o conhecimento das respostas bioquímicas e fisiológicas adaptativas poderia se refletir no jogo, em mudanças táticas importantes realizadas pelo treinador, como por exemplo, a alteração de um atleta por outro durante a partida levando-se em consideração também o quesito físico além da consideração do quesito técnico-tático, com o objetivo de se obter um maior poder ofensivo. No entanto, o monitoramento longitudinal de uma equipe de futebol ao longo de toda uma temporada não é uma prática comum em equipes de futebol.

### **1. 1. 1. Padrão de atividade física durante o jogo de futebol**

Vários autores vêm dedicando sua atenção no intuito de quantificar as ações executadas durante os jogos, com o objetivo de verificar parâmetros técnico-táticos, tais como percentual de passes errados e chutes a gol. Demonstrando o padrão intermitente, característico do futebol, Bangsbo e colaboradores (1991) observaram que jogadores de elite dinamarqueses apresentavam cerca de 1179 mudanças de ação durante o jogo, com uma duração média de 4,9 segundos cada. Ainda neste trabalho, os autores mostraram que os jogadores perfaziam um total de 19 *sprints*, com duração de aproximadamente 2 segundos ou 17 m, o que corresponde a um *sprint* a cada 4-5 minutos. A quantificação de esforços médios e de alta intensidade mostrou que essas atividades ocorrem a cada 28 segundos.

Em relação a outras ações executadas durante um jogo de futebol, mostrou-se que o número de cabeceios executados por jogadores suecos, australianos e dinamarqueses é em média de 9,9, 9 e 8,9 respectivamente (WHITERS et al., 1982; EKBLON, 1986; BANGSBO et al., 1991). Reilly & Thomas (1976) observaram ainda que jogadores ingleses saltavam cerca de 15,5 vezes durante o jogo e chutavam em média 1,4 vezes ao gol.

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

Por outro lado, muitos trabalhos também vêm dando atenção a quantificação da distância percorrida durante o jogo, que tem sido utilizada como parâmetro de esforço, além de avaliar a especificidade da posição ocupada no time. Vários estudos nesta área mostraram resultados da distância percorrida por atletas de diversas categorias e nacionalidades, utilizando métodos diferentes (REILLY & THOMAS, 1976; WHITERS et al., 1982; EKBLON, 1986; GERISH et al., 1988; OHASHI et al., 1988).

---

Embora haja pequena variação nos dados apresentados na literatura, provavelmente devido às diferenças metodológicas, a distância percorrida por atletas profissionais parece variar entre 8 à 11Km, com valores médios de 10Km durante o jogo (VAN GOOL et al., 1988).

Bangsbo e colaboradores (1991) relataram que durante um jogo, 18% do tempo os atletas permanecem em repouso, 40% do tempo andando, 18% trotando, 20% do tempo perfazendo esforços de baixa intensidade, 8% esforços de intensidade moderada, 5% de esforços de alta intensidade e *sprints* e 2% do tempo são gastos em deslocamentos para trás. Outra observação foi que houve uma diminuição na distância percorrida no segundo tempo em relação ao primeiro, em torno de 5% ou aproximadamente 300m. Em relação à distância percorrida em alta intensidade não se observou uma diminuição significativa entre os dois períodos do jogo. No entanto houve uma redução significativa na velocidade dos *sprints* de 8,3 para 8,1 m.s<sup>-1</sup>, provavelmente devido ao processo de fadiga experienciado pelos atletas (BANGSBO, 1994).

Os diferentes perfis de atividades ou ações executadas durante um jogo podem ser classificadas de acordo com a intensidade, duração e frequência dos movimentos realizados (REILLY et al., 2000). Assim, as atividades de alta intensidade no futebol são representadas pelas chegadas para os cruzamentos (mais comum para laterais) e as corridas curtas em alta velocidade (*sprints*). Os cálculos da razão entre exercícios de intensidade sub-máxima e intensidade máxima variam entre 2:1 à 7:1, indicando uma predominância do metabolismo aeróbio durante a partida. De qualquer maneira, não é possível subestimar a importância dos esforços de alta intensidade. Foram quantificados *sprints* a cada 70-90s e esforços de alta intensidade (cruzamentos seguidos de *sprints*) a cada 30s (REILLY et al., 2000).

Todos esses números dão informações sobre os deslocamentos sem bola, porém as atividades com bola realizada em treinamentos ou vista em situações de jogo, podem refletir um padrão de intensidade acima da sobrecarga estipulada (Hoff et al., 2002) devendo ser também controladas e quantificadas. As diferentes demandas energéticas em deslocamentos com bola (ou *dribbling*) e sem bola foram investigadas por Reilly & Ball (1984), que demonstraram que o custo energético é maior nos deslocamentos com bola, devido a uma atividade extra-muscular requerida para o controle da bola. Assim, tempo e direção dessas corridas, com a posse de bola ou sem parecem ser mais importantes que a velocidade desenvolvida (REILLY et al., 2000).

---

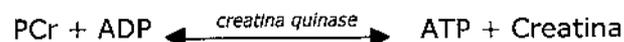
## 1. 2. PERFIL METABÓLICO DE PRODUÇÃO DE ATP NO FUTEBOL

O músculo é o órgão essencial para a motricidade e utiliza somente adenosina trifosfato (ATP) como fonte de energia para realizar não somente o processo de contração muscular, como também para processar a condução de impulsos nervosos e garantir as reações do metabolismo necessárias para a manutenção de sua atividade.

No entanto, a concentração intramuscular de ATP é extremamente baixa, da ordem de 22.8 mmol/Kg de tecido (Stathis et al., 1994), suficiente apenas para alguns segundos de contração muscular. Portanto, na medida em que o esforço se prolonga surge a necessidade de ressintetizar o ATP consumido. O tipo de via ativada pelo fornecimento de ATP para as células musculares depende da intensidade e da duração da atividade realizada. Existem três processos comuns produtores de energia para a ressíntese do ATP nos músculos, dois anaeróbios e um aeróbio:

### 1. 2. 1. Sistema ATP-fosfocreatina

Neste sistema, a ressíntese do ATP provém da reserva muscular de fosfocreatina (PCr). Esta via envolve apenas uma reação, catalisada pela enzima *creatina quinase*. Desta forma, apesar de não ser capaz de prover grandes quantidades de energia, tem a capacidade de ressintetizar ATP de forma extremamente rápida, segundo a reação abaixo:



Hultman & Sjoholm (1983) documentaram que esta via fornece até 9.0 mmoles de ATP por Kg de músculo durante um protocolo de estimulação elétrica com duração de 1,28 segundos. Este sistema funciona como um tampão energético, sendo extremamente sensível a alterações nas concentrações intracelulares de ATP e ADP (JONES et al, 1985).

Este sistema é extremamente importante no futebol, principalmente em momentos onde a intensidade do esforço aumenta repentinamente, embora quantitativamente as reservas de PCr sejam pequenas. Boobis (1987) mostrou que o sistema ATP-PCr é responsável por metade da energia necessária para seis *sprints* consecutivos. Tendo em vista que durante o jogo são gastos cerca de 7 minutos 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, que também pode variar de acordo com os níveis de PCr intramusculares.

### **1. 2. 2. Glicólise anaeróbia**

Esta é a outra via de ressíntese de ATP que não utiliza oxigênio. Esta via envolve dez reações, onde a quebra parcial da molécula de glicose ou do glicogênio proporciona a formação de ATP também de forma rápida, mas também produz lactato no final do processo:



Acredita-se atualmente que a glicólise é a via anaeróbica de ressíntese de ATP mais significativa, sendo responsável por até 80% do ATP necessário durante esforços de alta intensidade, de aproximadamente 3 minutos (Spriet, 1995). Embora o saldo energético desta via também seja baixo, em relação à via aeróbia de ressíntese de ATP (3 mmol ATP/ mmol unidade glicosil contra 38 mmol ATP/ mmol unidade glicosil da via aeróbia), provê quantidades maiores de ATP por unidade de tempo às fibras em atividade que a via aeróbica e possui uma capacidade de manutenção energética muito maior que a do sistema ATP- PCr (SPRIET et al., 1995).

A concentração de lactato sanguíneo tem sido utilizada para indicar predominância do metabolismo anaeróbio durante um jogo de futebol. Numa estimativa, Bangsbo (1994) estipulou que a produção de lactato durante uma partida é de 570 mmol para um jogador de 75 Kg. A quantidade de ATP formado pela glicólise anaeróbica seria de aproximadamente 10 mmol. min<sup>-1</sup> ou seja, 1% do total de energia gerada pela via aeróbia, o que aparentemente nos induz pensar numa participação pouco significativa. No entanto, esta é uma via fundamental, principalmente nos momentos decisivos dos jogos, ressaltando ainda que estes cálculos podem representar uma subestimação do valor real.

### **1. 2. 3. Via Aeróbia ou Metabolismo Oxidativo**

Esta via de ressíntese de ATP se utiliza do O<sub>2</sub> molecular comoceptor final de elétrons na membrana interna das mitocôndrias. Através da oxidação total dos carboidratos ou de ácidos graxos a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, utilizando o ciclo de Krebs como redutor de coenzimas, e o sistema de transporte de elétrons, que às custas de oxigênio molecular reoxida as coenzimas reduzidas, é gerada energia na forma de um gradiente protônico ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) pela membrana interna, necessário para sintetizar ATP pela enzima *ATP sintetase* (MITCHEL, 1961). Esta via é recrutada principalmente em atividades de

---

longa duração (maratona, triatlon) e também durante as pausas, na recuperação de esforços intensos, onde a creatina é fosforilada a PCr e também o lactato é oxidado.

### **1. 3. CAPACIDADES FÍSICAS EXIGIDAS DURANTE O JOGO DE FUTEBOL**

#### **1. 3. 1. Resistência Aeróbia e Anaeróbia**

Os aumentos da capacidade de resistência aeróbia pelo treinamento podem proporcionar o aumento da densidade capilar, do volume mitocondrial, das enzimas oxidativas e atenuar as conseqüências negativas da glicólise anaeróbia (McARDLE et al., 1998). A resistência aeróbia bem desenvolvida tem como resultados: o aumento no desempenho físico, diminuição de lesões e contusões, diminuição dos erros técnicos em função da fadiga, manutenção do nível da velocidade de ação e reação, e o desempenho ótimo na capacidade de recuperação. Porém, o excesso desta resistência pode prejudicar a capacidade anaeróbia, colocando o atleta mais próximo a um fundista do que de um jogador acima da média (WEINECK, 2000).

A resistência anaeróbia, por outro lado, tem como objetivos uma boa assimilação das sobrecargas intermitentes, uma melhor capacidade de resistir a mudanças de velocidade, acelerar, saltar, driblar e chutar com ritmo máximo o jogo todo, além de proporcionar uma vantagem tática na criação de espaços, com o objetivo de surpreender os adversários no decorrer da partida (BANGSBO, 1994; REILLY et al., 2000; WEINECK, 2000).

#### **1. 3. 2. Força - Adaptação neural e desenvolvimento de força**

Em modalidades acíclicas, assim como no futebol, o treinamento de força tem uma grande importância para a coordenação intramuscular e intermuscular (desenvolvimento de potência e força específica de treinamento, respectivamente). A *performance* de força não depende somente na quantidade e qualidade de envolvimento dos músculos, mas também da capacidade do sistema nervoso ativar estes músculos apropriadamente, aumentando o recrutamento das fibras musculares e conseqüentemente haver hipertrofia muscular (SALE, 1988; BACURAU et al., 2001). Sale (1988), conclui em seu estudo, que a hipertrofia deve estar presente somente nas porções musculares que produzem o movimento específico para a modalidade esportiva, e que seria irrelevante essas adaptações nas outras porções, principalmente se estivermos pensando em potência. Porém a hipertrofia proporciona ao jogador a capacidade de tolerar o contato físico (Reilly et al., 2000), já que a modalidade tem um alto índice de lesões por choques físicos.

---

Não restam dúvidas que a adaptação neural está associado com o aumento dos níveis de força, porém para atletas de alto nível o treinamento de força, sendo ele máxima ou próximo da máxima (determinados por testes de 1RM), aparentemente trás benefícios, como um suporte (conversão) para o treinamento de potência (VERKHOSHANSKY, 1995; FLECK & KRAEMER, 1999; BOMPA, 2002). Porém o treinamento de força no futebol é visto por alguns treinadores como uma prática negativa para os atletas, deixando-os pesados e lentos (WEINECK, 1999).

### **1. 3. 3. Potência - Essência para modalidades com predominância força-velocidade**

Se não for a mais importante é no mínimo uma das mais importantes capacidades de um jogador de futebol. A potência é a capacidade do sistema neuromuscular de produzir a maior força possível no menor período de tempo. A potência é simplesmente o produto da força muscular multiplicada pela velocidade do movimento (BOMPA, 2002).

Embora existam várias definições desta capacidade física (Martin et al. 1991; Frey 1997; Grosser, 1991) sua complexidade pode ser reconhecida através de uma pequena descrição da velocidade no futebol, como sendo uma capacidade múltipla, que depende de reação rápida, do manuseio da situação, da rapidez em iniciar o movimento e dar seqüência ao mesmo, da aptidão com a bola, do drible e também do rápido reconhecimento e utilização das respectivas situações (BENEDEK & PALFAI, 1980).

Em esportes caracterizados por múltiplos esforços intermitentes de alta intensidade, as únicas demandas são localizadas no processo metabólico muscular onde o suprimento de energia oscila entre o substrato para a contração muscular e a restauração da homeostase (BALSOM et al., 1992). Nestes esportes a relação trabalho/recuperação é importante para desenvolver os treinamentos específicos de sprints repetitivos e máximos de curta duração (Dawson et al., 1998), respondendo de maneira diferente a cada tempo de recuperação (BALSOM et al., 1992). No futebol, a variação fica em torno de 1:2 (razão trabalho/recuperação), porém referindo-se ao jogo todo, essa relação pode aumentar para 1:7 (REILLY, 1997). Isso nos leva a crer, que existe uma extensa utilização das vias metabólicas anaeróbias e aeróbias, como fonte energética e regenerativa, respectivamente. Balsom et al. (1992) puderam demonstrar que não resta dúvida que a via anaeróbia é utilizada para este tipo de esforço, mas conseguiram mostrar que o lactato é um pobre preditor de performance, podendo a fadiga relacionada a estes esforços intermitentes serem desenvolvidas por outros meios. McMahon & Wenger (1998) acharam correlação entre o  $VO_{2máx}$  e a

---

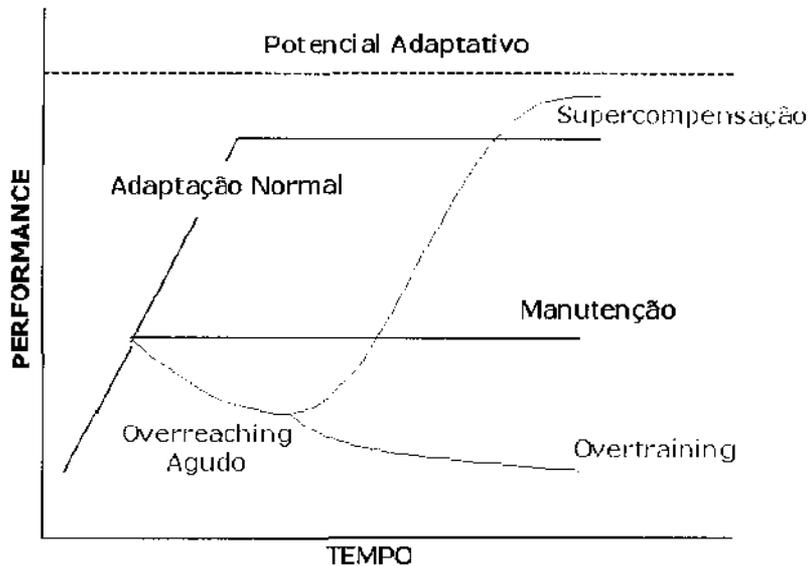
capacidade de realizar esforços intermitentes, não só como auxílio na recuperação dos esforços, mas também, dos níveis de performance.

Dawson et al. (1998), conseguiram verificar as adaptações significativas de performance, enzimáticas e dos tipos de fibras após 6 semanas de treinamento intervalado de sprints (<10 segundos), demonstrando uma efetividade desse tipo de treinamento.

#### **1. 4. ADAPTAÇÃO AOS ESTÍMULOS DE TREINAMENTO**

A performance no esporte de alto nível é determinada por vários aspectos como técnica, tática, características psicológicas e fisiológicas, que interagem de forma integrada. A somatória destes fatores garante o rendimento do atleta e conseqüentemente da equipe. O objetivo de um treinador para compor sua equipe é criar uma estratégia que leve vantagem da variabilidade das capacidades dos jogadores avaliados. Um jogador de futebol não necessita ser um "super-atleta" em todas capacidades, basta ele ter níveis suficientes em todas elas para apresentar bom desempenho durante os treinamentos e competições (Edwards et al., 2003). Dependendo da estratégia do treinador, as peças (atletas) poderão se encaixar de acordo com suas características individuais, como por exemplo, um jogador pode ser veloz mais não muito técnico, mas para o sistema tático imposto pelo treinador essa peça se encaixa eficientemente.

A constante busca por níveis ótimos de adaptação aos estímulos proporcionados, pode ocasionar quebras da homeostase, caracterizados pela deterioração temporária da performance (Bompa, 2002), denominada de *overreaching* (ver figura 1). O *overreaching* será refletido no período de tempo entre a aplicação do estímulo e subsequente recuperação e adaptação (SMITH, 2000). Porém se o processo regenerativo não for respeitado, certamente o atleta poderá desenvolver um processo degradativo crônico, incompatíveis aos índices de performance. Este fenômeno é conhecido como *overtraining*, que significa uma mal-adaptação aos estímulos dos exercícios (Kraemer & Nindl, 1998) e que pode debilitar a performance fisiológica, psicológica/processamento de informações, imunológicas e bioquímicas (FRY & KRAEMER, 1997). O constante aparecimento de lesões, depressão e falta de apetite são exemplos práticos da síndrome do *overtraining* (SMITH, 2000).



**FIGURA 1. 1.** Esquema representativo do potencial de adaptação, da síndrome do *overtraining*, *overreaching* e Teoria da Supercompensação. Adaptado de Kraemer & Nindl, 1998.

O potencial de adaptação (ver figura 1) pode ser explicado pelas *Teorias de Supercompensação e Sobrecarga*, que após a aplicação de um estímulo, o organismo experimenta a fadiga (*overreaching*) seguindo a compensação dos níveis depletados. Se a fase de recuperação for adequada, o organismo passa a se encontrar em uma nova performance (Supercompensação). Já se a recuperação for muito longa, os níveis obtidos passam a ficar nos mesmos níveis antes de ter sido proporcionado o estímulo. Agora, se a recuperação for muito curta, poderá acarretar ao atleta níveis de performance menores que os encontrados antes da aplicação do estímulo, e se esta recuperação continuar sendo inadequada, pode acarretar a síndrome de *overtraining* (Bompa, 2002) e com isso a queda da performance, já explicados anteriormente.

O fenômeno do *overtraining* está associado com um aumento inadequado da carga (volume/intensidade) de treinamento (Kraemer & Nindl, 1998; Hartmann & Mester, 2000), e que atrai bastante atenção dos treinadores e preparadores para o desenvolvimento dos programas de treinamento.

#### **1. 4. 1. Periodização - Elaboração de um programa para jogadores de futebol**

São diversos os nomes e metodologias de treinamento existentes no mundo do esporte de alto nível. Todas metodologias com um único objetivo, melhorar a performance do atleta no momento principal de uma competição rumo ao ponto mais

---

alto do pódio. Nosso objetivo nessa pesquisa não será demonstrar qual a metodologia que melhor se adapta as exigências do futebol, se a linha européia ou americana, mas sim, destacar de que maneira uma metodologia pode contribuir para a performance atlética.

A maneira como são disputados os campeonatos também contribuem para a escolha da periodização. Em um campeonato de pontos corridos por exemplo, seria interessante alguma metodologia que mantivesse um desempenho ótimo durante toda competição (VERKHOSHANSKI, 2001; GOMES, 2002). Já em um campeonato com os chamados *play-offs*, a metodologia mais indicada seria a que se proporciona um pico de performance na fase final da competição (MATVEEV, 1981). As diferenças entre as metodologias de treinamento estão mais voltadas para a distribuição das cargas propostas, do que para a fundamentação da periodização. Na verdade, a localização das capacidades condicionantes resistência, força e velocidade e suas subclasses são relidas da mesma maneira em todas as metodologias propostas.

A capacidade de resistência deve estar localizada em um início de preparação com fins profiláticos e melhoria da função cardiorrespiratória e principalmente, estabelecer para o atleta condições para suportar esforços intermitentes. Em um primeiro momento a força também deverá ser trabalhada como uma exigência mais voltada para a resistência, objetivando um condicionamento geral muscular, esta subclasse é conhecida como resistência de força.

Estabelecida uma adaptação central do organismo, no próximo momento o objetivo será estabelecer uma adaptação periférica, voltada para o desenvolvimento neural, metabólico e mecânico dos músculos, que conseqüentemente lhe trarão força e potência para o desenvolvimento das ações motoras. O desenvolvimento da força fica dividida entre esforços máximos e rápidos (potência), que visa um recrutamento qualitativo e quantitativo das fibras musculares e unidades motoras. Os esforços máximos intermitentes, estão sendo desenvolvidos no objetivo de simular situações de alta intensidade que a modalidade exige fazendo com que o atleta possa ter potencializado a regeneração imediata desses esforços. Ao final desse período os níveis de recrutamento muscular deverão ser ótimos, a ponto de gerar potência ótima para as ações motoras.

Não é toa que este próximo momento é denominado de pré-competitivo (ou competitivo), pois a partir desse momento os gestos deverão ser os mais aproximados da modalidade, desenvolvidas de maneira veloz e específica. Este momento é comum

---

observar uma ênfase nos treinos mais técnicos, ou mesmo através de competições preparatórias ou amistosas.

Nenhuma destas capacidades biomotoras são trabalhadas isoladamente, o que realmente deve acontecer é uma predominância das capacidades tidas como alvo (ver figura 3.4. e 3.5., em materiais e métodos). No período competitivo, as cargas com certeza deverão ser menos intensas e menos volumosas, pois devemos levar em conta que os jogos, sendo eles uma ou duas vezes por semana, também devem estar dentro da distribuição da carga semanal. Porém é preciso manter as condições ótimas dos atletas, através de sessões de manutenção durante a semana (microciclos de manutenção).

Um programa de treinamento é caracterizado pela alternadas mudanças das fases de sobrecarga e regeneração, além de uma adequada qualidade e quantidade na nutrição (Hartmann & Mester, 2000), devem ser pontos chaves para se evitar qualquer indício de *overtraining*.

Reilly (1997), aponta que existem alguns fatores que contribuem para a fadiga em exercícios de alta intensidade, como os níveis de glicogênio muscular, a temperatura corpórea, o pH sanguíneo, altos níveis de lactato sanguíneo e os níveis de ressíntese de PCr intramuscular. Já Krustup et al. (2003) colocam-se opostos as conclusões de Reilly (1997) que existem outros mecanismos de fadiga que devem ser mais estudados. Os níveis de glicogênio muscular são bastante importantes pois podem estar relacionados desde os graus de nutrição do atleta até o grau de desgaste inferidos em uma partida. Os mecanismos de fadiga ainda são bastante estudados devido a diferentes causas apontadas na literatura.

## **1. 5. ALTERAÇÕES MUSCULARES E METABÓLICAS INDUZIDAS PELO TREINAMENTO**

São relatados inúmeros trabalhos em atletas de alto nível que utilizam como fonte científica alguns marcadores sanguíneos para detecção de processos degradativos. Marcadores do sistema antioxidante, marcadores do sistema imune como glutamina e aminoácidos ramificados, hormônios, como testosterona e cortisol, hematócrito e hemoglobina, ácido úrico, creatina quinase (CK), ureia, entre outros. Apesar de alguns autores demonstrarem resultados inconsistentes com relação a estes marcadores, existem trabalhos que mostram resultados capazes de estabelecer uma comparação inter e intraindividual em busca do controle dos processos degradativos condizentes a fadiga.

---

### **1. 5. 1. Marcador de estresse muscular – CK**

A enzima *creatina quinase* (CK) presente no plasma sanguíneo, tem mostrado uma grande fidedignidade na interpretação de seus valores como índice de lesão muscular. Esta enzima tem como característica permitir o aproveitamento da reserva de PCr muscular como fonte de energia para o exercício de altíssima intensidade e curta duração, característico do futebol. Devido a sua função, as concentrações nos músculos esqueléticos e cardíacos são muito altas. Como essa enzima é para estar dentro dos músculos, seus valores elevados no plasma refletem alterações musculares provenientes tanto da prática de exercícios físicos intensos (Tiidus & Ianuzzo, 1983), como também, de patologias tais como infarto do miocárdio, distrofia muscular progressiva, miopatia alcoólica, rabdomiólise (destruição aguda de fibras musculares) e *delirium tremens* (BERESSI, 1994).

O aumento nos níveis dos danos à permeabilidade das membranas celulares (peroxidação lipídica) está ligado a um extravasamento de conteúdos citossólicos para o plasma, e um aumento significativo destes níveis podem ocorrer, por exemplo, em um treinamento de força. Com relação ao treinamento da capacidade de força, esta envolve uma elevada quantia de ações musculares excêntricas, sendo que inúmeras evidências apontam que exercícios que se utilizam basicamente deste tipo de contração muscular, tendem a desencadear um maior número de respostas lesivas no meio celular (MANFREDI et al., 1991; CLARKSON, 1992; RODENBURG et al., 1993; NOSAKA & CLARKSON, 1994; PEN & FISHER, 1994; TEAGUE & SCHWANE, 1995; LIEBER et al., 1996). O treinamento de força, além disso, submete os músculos a processos de microlesões, favorecendo a instauração de processos inflamatórios secundários no tecido muscular. As alterações celulares podem, de modo subsequente ao estresse mecânico, induzir alterações em níveis de substratos, elevação da temperatura celular, produção de radicais superóxido, diminuição de pH e elevação em concentração de cálcio citoplasmático (BYRD et al., 1989). O período compreendido entre 24h – 96h após o exercício são suficientes para aumentos dos níveis de CK plasmática. Contudo, quando indivíduos são submetidos a uma estrutura de treinamento periodizado, dosando-se a intensidade, duração e frequência dos exercícios de força muscular, observa-se que os valores de CK tendem a ser elevados apenas na primeira semana que prossegue os exercícios iniciais, não demonstrando significativa precipitação a partir da segunda semana (NEWHAM et al., 1987; EVANS et al., 1986). Os níveis séricos de CK, são marcadores capazes de analisar um estresse

---

muscular de origem mecânica (ações excêntricas), provindo de uma temporada competitiva.

### **1. 5. 2. Marcador de estresse metabólico - Uréia**

Como produto final do catabolismo de aminoácidos e proteínas, a uréia é formada no fígado, pelas reações do ciclo que lhe dá o próprio nome, o ciclo da uréia. A concentração plasmática de uréia é utilizada no objetivo de seguir um possível aumento no catabolismo protéico induzido pelo estresse do treinamento e competições, que pode aumentar o grau de fadiga muscular. Alguns estudos demonstram que um aumento na intensidade do esforço (exercícios físicos de intensidade elevada) pode estar associada a um aumento, a curto prazo, da concentração de uréia plasmática, podendo-se inferir que há a presença de um estado catabólico no organismo ou há uma intolerância ao esforço que o indivíduo está sendo submetido (HARTMANN & MESTER, 2000). Outra causa das altas taxas de uréia no sangue é associação dos baixos níveis de glicogênio muscular, provindas ou de uma alimentação inadequada do atleta, ou por uma regeneração inadequada aos treinamentos proporcionados aos atletas (SMITH, 2000). Levando em conta que uma temporada para atletas de futebol pode durar um ano inteiro, os níveis séricos de uréia podem ser mensurados, no objetivo de averiguar um possível estresse metabólico ocasionados por um período competitivo.

---

## OBJETIVOS

Um dos principais desafios no desenvolvimento de metodologias de treinamento específicas para o desempenho ótimo nos esportes encontra-se em acertar a relação ideal entre quantidade de exercício/tempo de recuperação do esforço, que propicie ao organismo um nível ótimo de condicionamento. Isto possibilitaria a realização de esforços mais elevados, com um custo energético menor e sem a prevalência de lesões musculares.

O grupo de pesquisadores do Laboratório de Bioquímica do Exercício (Labex), do qual faço parte, tem como principal objeto de interesse responder se as respostas induzidas por diferentes protocolos de exercício podem ser quantificadas através de biomarcadores de estresse e, desta forma serem aplicadas para o diagnóstico de excesso de treinamento em atletas.

Para isso, são analisados diferentes biomarcadores sanguíneos e musculares dos sistemas oxidativo, oxidante e antioxidante, em diferentes situações de exercício físico, tais como, exercício exaustivo agudo, treinamento contínuo e treinamento intermitente. As análises são feitas em ratos correndo em esteira rolante e atletas de futebol, vôlei e atletismo, fruto de um trabalho integrado e em equipe.

O objetivo geral do grupo é verificar quais biomarcadores são mais eficientes na determinação de sucesso adaptativo ou não, de uma forma confiável e aplicável nos esportes. Desta forma, o projeto de pesquisa do Laboratório de Bioquímica do Exercício prevê o desenvolvimento de uma nova tecnologia de avaliação física, denominada de **Limiar de Estresse**, a ser aplicada em atletas.

A determinação do Limiar de Estresse estaria baseada no acompanhamento, ao longo do período de treinamento, da evolução individual dos níveis sanguíneos de biomarcadores de ataque oxidativo e defesa contra radicais livres de O<sub>2</sub>, combinado com os níveis de biomarcadores de lesão muscular. A idéia é poder modular a intensidade do treino, independente da metodologia utilizada, através da análise combinada das respostas desses marcadores sanguíneos somente naqueles atletas detectados no limiar de estresse.

Por outro lado, o desenvolvimento de metodologias de treinamento específicas para um atleta ou equipe requer, além do conhecimento de não estar passando dos limites individuais de estresse, a avaliação da evolução das diferentes capacidades biomotoras priorizadas pelo treinamento para sofrerem adaptação. Essa é a segunda linha de atuação da equipe Labex, na qual essa monografia se insere.

Dessa forma, o objetivo específico da presente monografia é mostrar a evolução em diferentes capacidades físicas ao longo da temporada de 2001 de uma equipe sub-20 da primeira divisão do campeonato brasileiro. O enfoque na nossa apresentação será em relação a importância de um acompanhamento constante, que permite a correção de falhas de uma forma individualizada, mesmo em um esporte coletivo.

Acreditamos que apesar da logística dos clubes brasileiros carecer de uma estruturação adequada para a atuação de profissionais das diferentes áreas correlatas, iniciativas como esta sejam importantes para uma discussão mais científica no futebol.

---

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3. 1. SUJEITOS**

Participaram desse estudo um total de 27 atletas de futebol da Associação Atlética Ponte Preta, Categoria Juniores (Sub-20), com idade média de  $18\pm 1$  anos. Antes de apresentarmos nossos dados destacamos que um dos objetivos desse trabalho era individualizar e caracterizar as condições físicas da equipe, junto ao preparador físico, durante o transcorrer da temporada. Por constantes mudanças de jogadores, seja por lesões, doenças, dispensa ou pôr escalação no time profissional, muito comum em categorias amadoras de futebol, o número de atletas participantes das avaliações variou a cada momento da temporada. Este trabalho conta 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.

### **3. 2. CRONOGRAMA DOS TESTES DE CAPACIDADES FÍSICAS E ANÁLISES SANGUÍNEAS**

Os testes de capacidades físicas e as análises sanguíneas para o Campeonato Paulista, foram realizados nos intervalos dos blocos de treinamento. Para esta competição houveram 4 análises das capacidades físicas (as três primeiras entre os blocos de resistência-força, força-velocidade, velocidade-competitivo). A 4ª análise foi realizada ao final da fase classificatória do campeonato. Durante o período competitivo (fase classificatória), foram realizadas duas análises sanguíneas, uma no meio da fase e outra no final da fase classificatória.

Já para a Copa São Paulo devido ao curto período de preparação, foram realizadas um número menor de avaliações, além do mais, neste momento por questões técnicas, as avaliações das capacidades físicas não acompanharam as avaliações sanguíneas (ver figuras 3.1., 3.2. e 3.3.).



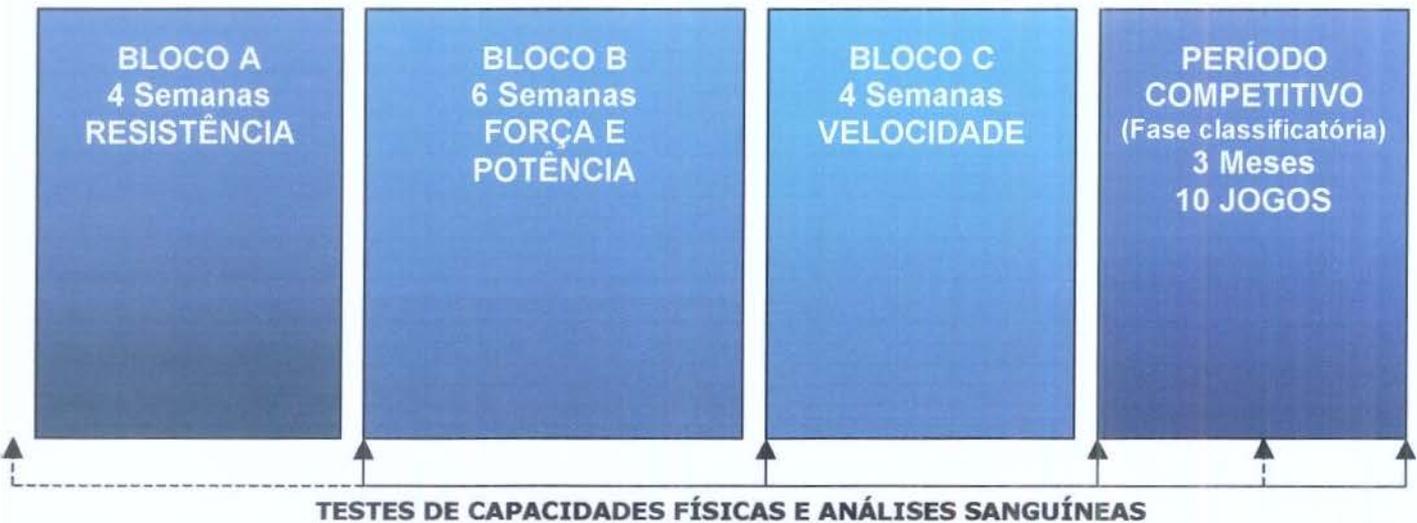
**FIGURA 3. 1.** Cronograma dos testes de capacidades físicas e as análises sanguíneas realizada na equipe durante a temporada.

### 3. 3. PERIODIZAÇÃO DA TEMPORADA

#### 3. 3. 1. Proposta de periodização

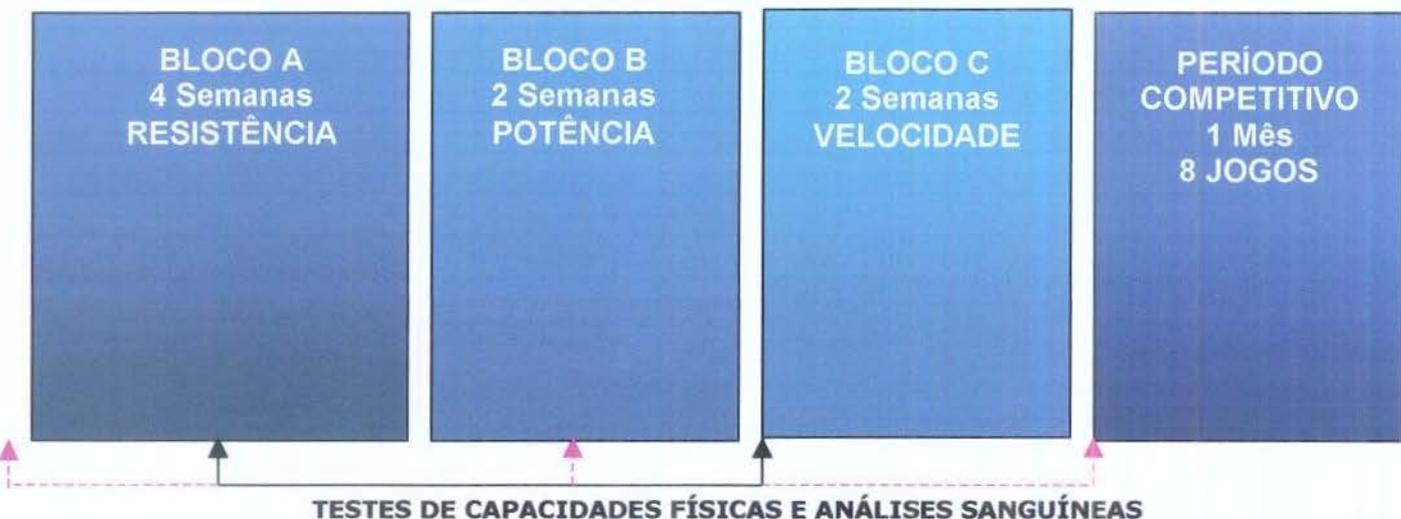
A periodização proposta foi uma adaptação ao modelo de cargas concentradas preconizado por Verkhoshansky (1999), onde o bloco C geralmente proposto para o desenvolvimento da potência (força rápida), foi estabelecido para o desenvolvimento da capacidade de velocidade. A preparação física dos atletas para o ambos campeonatos foi realizada através de uma periodização (macrociclo duplo) dividida em blocos, ou seja, foi dividida em 3 (três) fases, sendo que em cada uma delas foi dado ênfase a uma capacidade condicionante (resistência, força e velocidade). Porém o que difere é o tempo que foi desenvolvida cada periodização, enquanto que a preparação para o Campeonato Paulista 14 semanas, a a preparação para a competição seguinte durou apenas 8 semanas (ver figuras 4 e 5).

### PERIODIZAÇÃO – CAMPEONATO PAULISTA



**FIGURA 3. 2.** Periodização e o momento de realização dos testes de capacidades físicas e as análises sanguíneas para o Campeonato Paulista. Todas as setas representam as análises sanguíneas, somente as setas com linhas contínuas representam os testes de capacidades físicas.

### PERIODIZAÇÃO – COPA SÃO PAULO



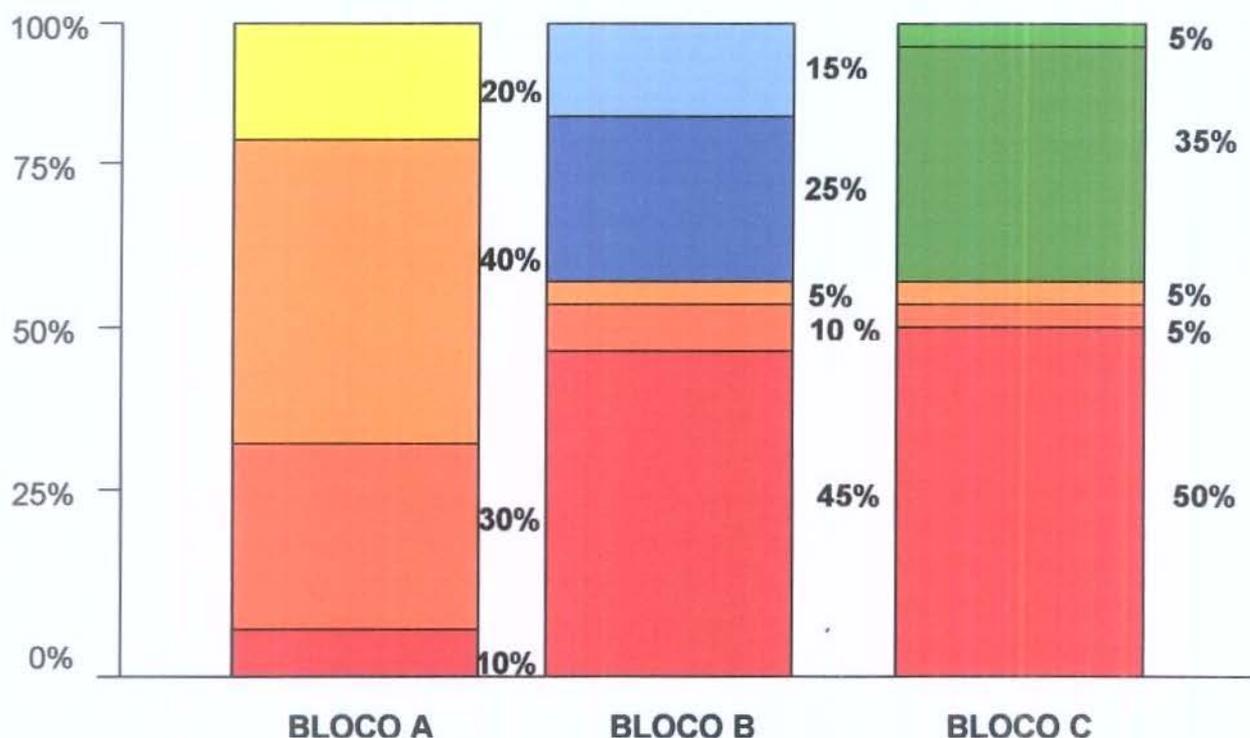
**FIGURA 3. 3.** Periodização e o momento de realização dos testes de capacidades físicas e as análises sanguíneas para a Copa São Paulo. As setas vermelhas e tracejadas representam as análises sanguíneas e as setas pretas e contínuas os testes de capacidades físicas.

Nota-se que o período competitivo das duas periodizações (Campeonato Paulista e Copa São Paulo) tiveram características competitivas diferentes, uma com um

total de 4 meses de competição (período classificatório e fase final), um jogo por semana e outra periodização com apenas 1 mês de competição e um total de 8 partidas (do início da fase classificatória, até as finais).

### 3.3.2. Distribuição das cargas

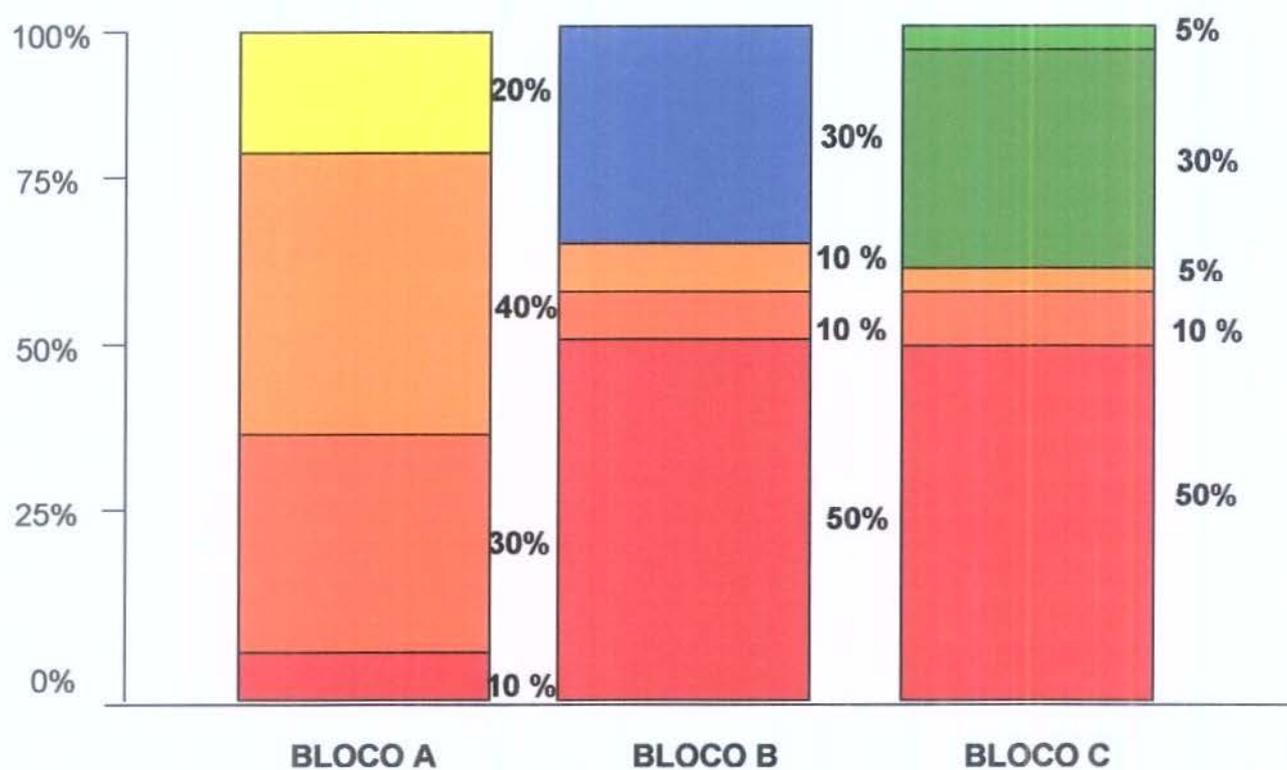
A distribuição das cargas de treinamento foram caracterizadas através dos tempos de cada tipo de treinamento. Além dos treinos físicos estão inclusos também os treinos técnicos realizados. Não estamos levando em conta os momentos regenerativos (pausa) estabelecidos durante os microciclos desenvolvidos. Estão representados nos gráficos 3.4. e 3.5. a distribuição das cargas de acordo com cada bloco, e suas supostas subclasses interdependentes (Weineck, 1999).



**FIGURA 3. 4.** Distribuição das cargas na fase preparatória para o Campeonato Paulista. Segue legenda adiante.

## LEGENDA

<span style="color: red;">■</span> Treinos Técnicos	<span style="color: blue;">■</span> Força Rápida
<span style="color: orange;">■</span> Resistência Aeróbia	<span style="color: lightblue;">■</span> Força Máxima
<span style="color: yellow;">■</span> Resistência de Força	<span style="color: green;">■</span> Resistência Ana. Alática
<span style="color: lightyellow;">■</span> Resistência Ana. Láctica	<span style="color: darkgreen;">■</span> Força Sub-Máxima

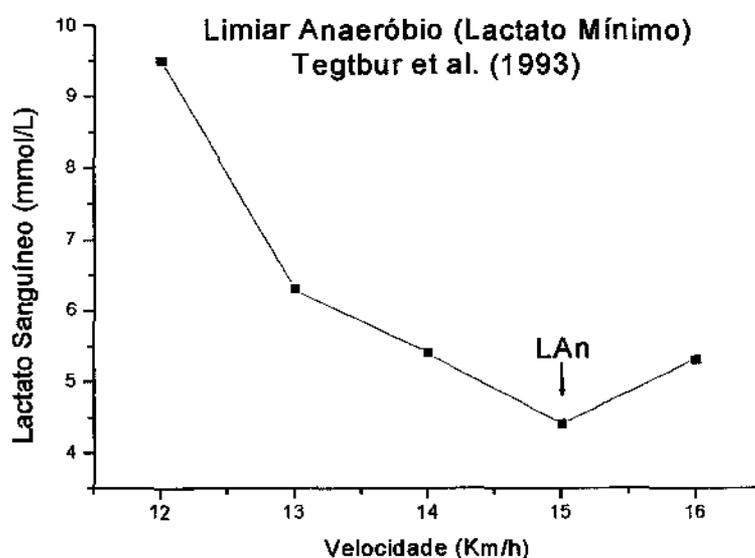


**FIGURA 3. 5.** Distribuição das cargas na fase preparatória para a Copa São Paulo.

### 3. 4. PROTOCOLOS DOS TESTES FÍSICOS EXECUTADOS

#### 3. 4. 1. Protocolo de determinação do Limiar Anaeróbio

Utilizamos o protocolo de concentração de lactato mínimo, proposto por Tegtbur e colaboradores (1993), onde os indivíduos realizam 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 é 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 é repetido com um incremento progressivo de 1 km/h na velocidade anterior, até o ponto em que a concentração de lactato volta a subir. Adota-se como velocidade de limiar o ponto correspondente a concentração mínima de lactato obtido durante todo o teste (ver figura 8). As coletas de sangue são feitas pelo lóbulo da orelha, através de lancetas descartáveis da marca Feather, de onde são retirados aproximadamente 25  $\mu$ L de sangue através de capilares. As análises de concentração sanguínea de lactato são feitas em lactímetro portátil, modelo Accusport (Boeinger Mannheim).



**FIGURA 3. 6.** Gráfico demonstrativo do protocolo de lactato mínimo, proposto por Tegtbur et al. (1993) para o estabelecimento da velocidade de limiar anaeróbio.

### 3. 4. 2. Protocolo de Resistência de sprint – Labex-Teste

Os atletas realizam 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* são 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 executa 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 casa percurso realizado. Este protocolo está sendo denominado por nós como *Labex-Teste* (Macedo, submetido), por ser um protocolo desenvolvido pelo grupo de pesquisadores do Labex no objetivo de verificar esta importante capacidade física imposta no futebol.

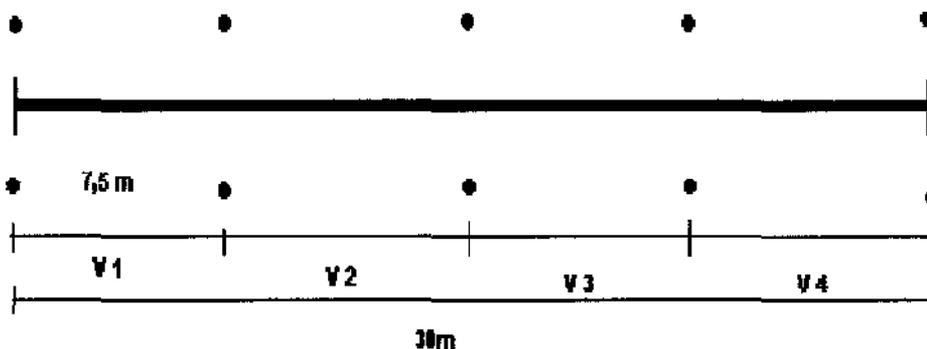


FIGURA 3. 7. Disposição das fotocélulas.

## 3. 5. PROTOCOLOS DAS ANÁLISES SANGUÍNEAS

### 3. 5. 1. Coleta do Sangue e Preparo das Amostras

A coleta do sangue (5 mL) dos atletas foi realizada no Labex, sob responsabilidade de uma farmacêutica credenciada, seguindo todos os cuidados de higiene e assepsia. O procedimento de preparo das amostras consiste na coleta do sangue em tubos heparinizados, e em seguida, centrifugado por 15 min, a 3000 x g para separação do plasma das células sanguíneas. O plasma é utilizado para análise da concentração da enzima *creatina quinase* (CK) e Uréia, que são utilizados como parâmetros de índice de estresse muscular e metabólico, respectivamente. O

---

hemolisado restante desta coleta é armazenado e utilizado para outras análises de outros parâmetros metabólicos analisados pelos pesquisadores do Labex.

### **3. 5. 2. Concentração Plasmática de Creatina Quinase (CK) – Alteração Celular**

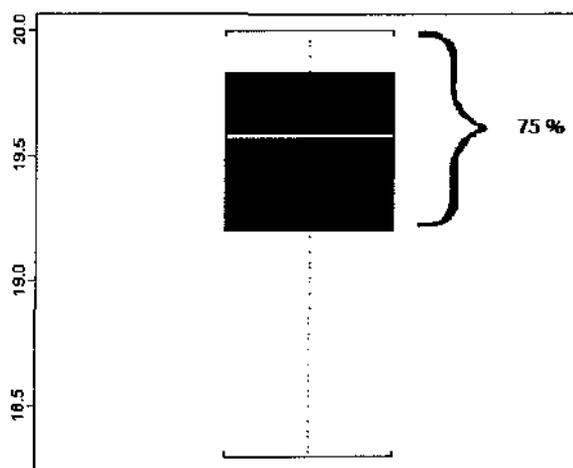
As análises são feitas utilizando-se o kit "MPR3 CK NAC-ativado" (Boehringer Mannheim). Junta-se à solução tampão (frasco de 2,5 mL) um comprimido reativo específico, deixando-os em banho-maria a 37°C até a dissolução completa do comprimido. Em seguida, adiciona-se à solução reativa 50 µL de plasma, deixando novamente a mistura em banho-maria a 37°C por um minuto. De forma imediata, realiza-se quatro leituras das absorvâncias de uma mesma amostra a 334 nm, com um minuto de intervalo entre uma leitura e outra, para que seja obtido um valor  $\Delta$ . O cálculo da atividade de CK (U/L) na amostra é feito pela equação  $CK_p = 8252 \times \Delta \text{absorbância}/\text{minuto}$ .

### **3. 5. 3. Concentração Plasmática de Uréia – Estresse Metabólico**

As análises são feitas utilizando-se o kit "QUIMIURE" (Boehringer Mannheim) no aparelho AUTOLAB PM 4000 (Boehringer Mannheim). A uréia é o produto final da degradação das proteínas nos seres humanos. A uréia presente na amostra consome NADH, que pode ser quantificado por espectrofotometria a 340 nm.

## **3. 6. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Foi utilizado o programa GraphPad InStat (San Diego, CA) para conduzir as análises estatísticas. O tratamento estatístico utilizado para análise das médias das variáveis estudadas foi a análise para amostras não pareadas, com amostras paramétricas e não paramétricas, como pós-testes foram adotados os testes de Tukey e Dunn, respectivamente. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados significantes. Outra ferramenta utilizada para as análises da equipe foi o pacote estatístico S-PLUS 4.5, plotados em gráficos de medianas, mais conhecido como *boxplot*, caracterizados adiante:



**FIGURA 3. 8.** Exemplo esquemático da interpretação de resultados plotados em gráficos, tipo *boxplot*.

O *boxplot* ordena os dados pela mediana (traço branco) e os divide em quartis. Ou seja, acima e abaixo da mediana se encontram 50% dos dados obtidos. O quadro cinza representa justamente os 50% próximos da mediana e as duas linhas tracejadas representam os 50% dos valores mais distantes. Os dados que diferenciam extremamente do comportamento geral são colocados para fora dos quartis e são chamados de *outliers* ou valores extremos.

Como exemplo, mostramos 75% dos valores na chave:

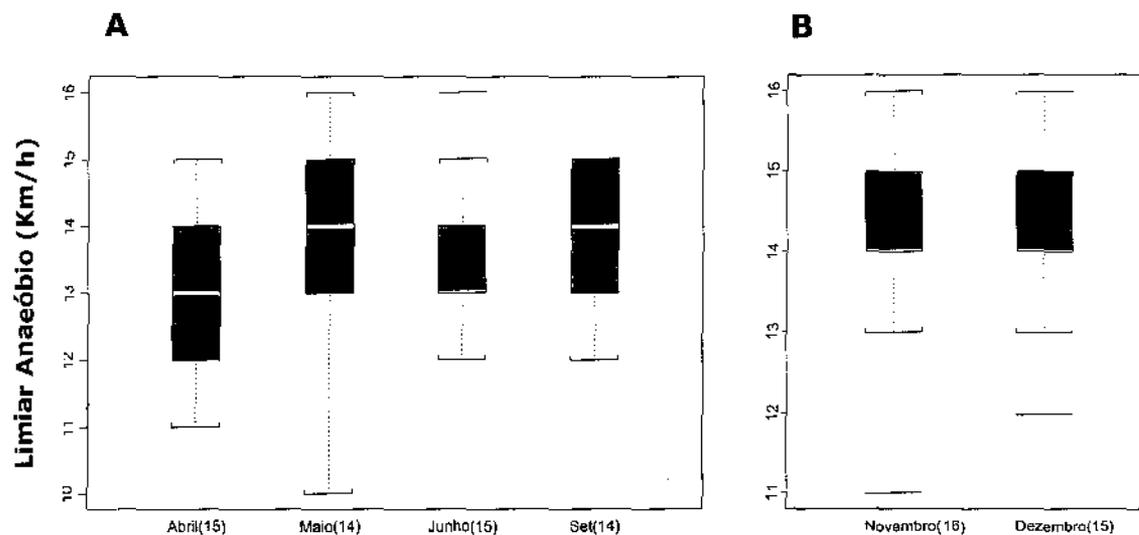
- ✓ 25% da linha superior até o início do quadro;
- ✓ 25% do início do quadro até o traço branco;
- ✓ 25% do traço branco até o final do quadro;
- ✓ O restante é o quartil que falta (25%).

Esta ferramenta de plotagem de gráficos é bastante interessante, pois nos permite visualizar o quanto grupo está variando, o que impossível através dos valores de média aritmética. Se tratando que o objetivo desse estudo tem um caráter de individualização a partir dos níveis de condição física e fisiológica de cada atleta, estes gráficos podem ser uma importante ferramenta para este tipo de análise.

## RESULTADOS

### 4. 1. CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA AERÓBIA AO LONGO DO ANO COMPETITIVO

A capacidade de resistência aeróbia foi quantificada de acordo com o protocolo proposto por Tegtborg et al. (1993), pela determinação do lactato mínimo. A Figura 4. 1. (A e B) apresenta os valores médios de limiar anaeróbio do grupo de atletas no período de abril/dezembro.



**FIGURA 4. 1.** Limiar anaeróbio (Km/h) dos jogadores na temporada. Os números indicados entre parênteses correspondem ao número de atletas. A – Campeonato Paulista. B – Copa São Paulo.

Nossos dados demonstram que:

- 50% se encontravam entre 12 e 14 Km/h na primeira análise (Abril), incluindo a esse grupo um jogador acima e outro abaixo do limiar anaeróbio da equipe.
- Em Maio, 75% se encontravam acima dos 13Km/h, considerando a saída de um atleta desta análise, e a queda de 1Km/h do atleta que já vinha abaixo dos valores do grupo.
- Antes do início do Campeonato Paulista (Junho), 50% do grupo apresentava valores entre 13 e 14Km/h. Nota-se que os dados tornaram-se mais homogêneos, existindo ainda três atletas com valores de 12, 15, e o primeiro *outlier* com 16Km/h.
- Os dados de setembro foram coletados após 10 jogos do campeonato (fase classificatória). Podemos observar que as velocidades de limiar anaeróbio

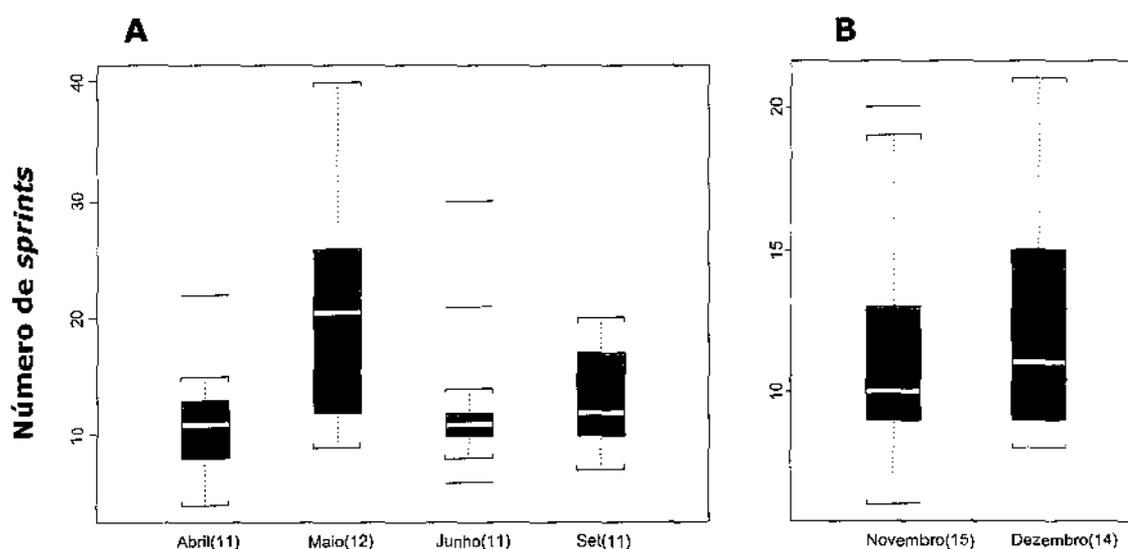
estavam ainda mais homogêneas. Dessa forma, 75 % atingiram valores de limiar entre 13 e 15 Km/h após 10 jogos.

- No período de preparação para a próxima competição (Nov e Dez), o grupo de jogadores permanecia na mesma condição que estavam no início do Campeonato Estadual:
- 50% apresentavam velocidades de limiar entre 14 e 15Km/h, com exceção de um atleta abaixo (11 e depois 12Km/h, novembro e dezembro respectivamente).

A análise estatística dos dados mostrou significância ( $P < 0,05$ ) entre as velocidades dos meses de Novembro e Dezembro, com relação ao período inicial da temporada (Abril), embora o grupo de atletas não fosse exatamente o mesmo.

#### 4. 2. EFEITOS DA TEMPORADA SOBRE AS CAPACIDADES DE RESISTÊNCIA DE *SPRINT*, VELOCIDADE MÁXIMA E ACELERAÇÃO

Com o uso de fotocélulas acopladas a um software específico, avaliamos em um teste de 30 metros com 20s de pausa ativa os parâmetros de velocidade máxima em 30 metros, tempo para alcançar a velocidade máxima e número de sprints executados, até os jogadores apresentarem queda de 10% na velocidade máxima (resistência de *sprint*) (Macedo et al., submetido). Os resultados apresentados na Figura 4. 2. (A e B) demonstram o número de *sprints* do grupo de atletas que realizaram os testes.

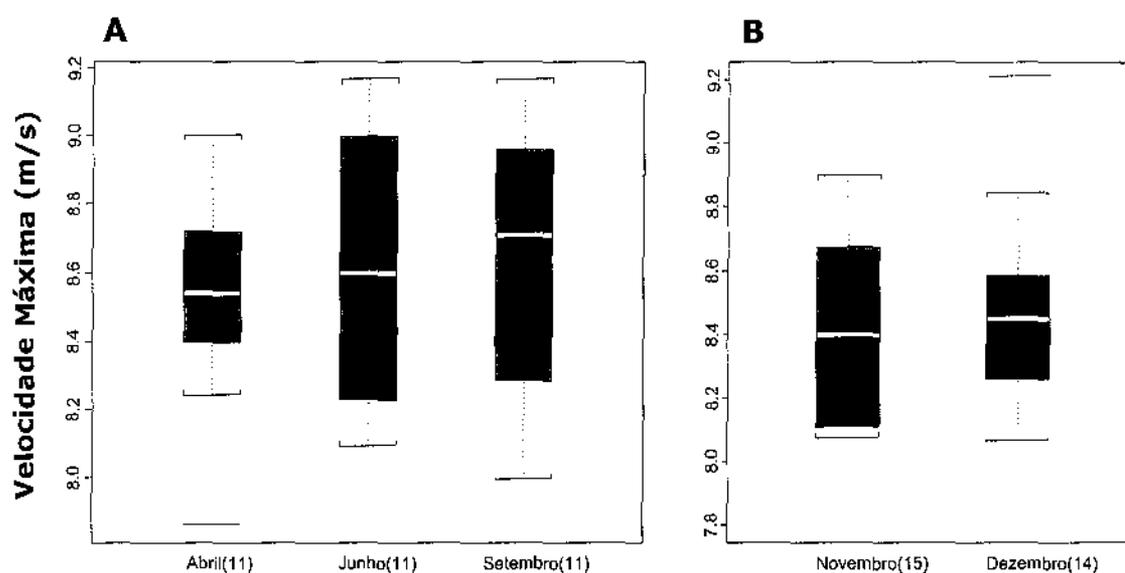


**FIGURA 4. 2.** Número de *sprints* na temporada. Os números indicados entre parênteses correspondem ao número de atletas. A – Campeonato Paulista. B – Copa São Paulo.

Podemos observar que:

- Na primeira análise (Abril), 50% dos atletas conseguiam executar entre 8 e 13 *sprints* até cair em 10% a velocidade máxima. 25% do grupo (3 atletas) estavam com valores abaixo de 8 *sprints*. Há um jogador em *outlier*, com 22 *sprints* realizados.
- Em Maio, aumentou muito a variabilidade das respostas, que ficaram entre 12 e 26 *sprints*, mas nota-se que a maioria dos atletas tiveram melhoras significantes. 25% dos atletas conseguiram repetições acima de 26 unidades. Os valores médios estabelecidos em Maio foram considerados significantes ( $P < 0,001$ ) com relação ao primeiro momento (Abril). (ver Tabela 2).
- Em Junho, 50% se encontravam entre 10 e 12 *sprints*, demonstrando uma homogeneização na resposta, porém ainda jogadores com valores de *outliers*.
- No período competitivo (Setembro), 50% dos atletas se encontram entre 10 e 16 *sprints* executados, com um grupo também homogêneo.
- Na preparação para a Copa São Paulo (Figura 4B), os dados foram semelhantes ao período inicial do Campeonato Paulista, onde os valores (50% dos atletas) se encontravam entre 8 e 13 *sprints*, porém para o segundo momento a mediana se encontrava com um sprint a menos (10 *sprints*).
- Em Dezembro a mediana estabeleceu-se nos 12 *sprints*, concentrando a maioria das respostas acima desse valor.

A Figura 4. 3. (A e B) mostra os valores da velocidade máxima. A capacidade de velocidade é a mais difícil de se obter ganhos em atletas de alto nível (Weineck, 1999; Bangsbo, 1994), porém se um jogador consegue melhorar 0,3m/s de seu valor máximo, com certeza isso irá refletir em seu desempenho.



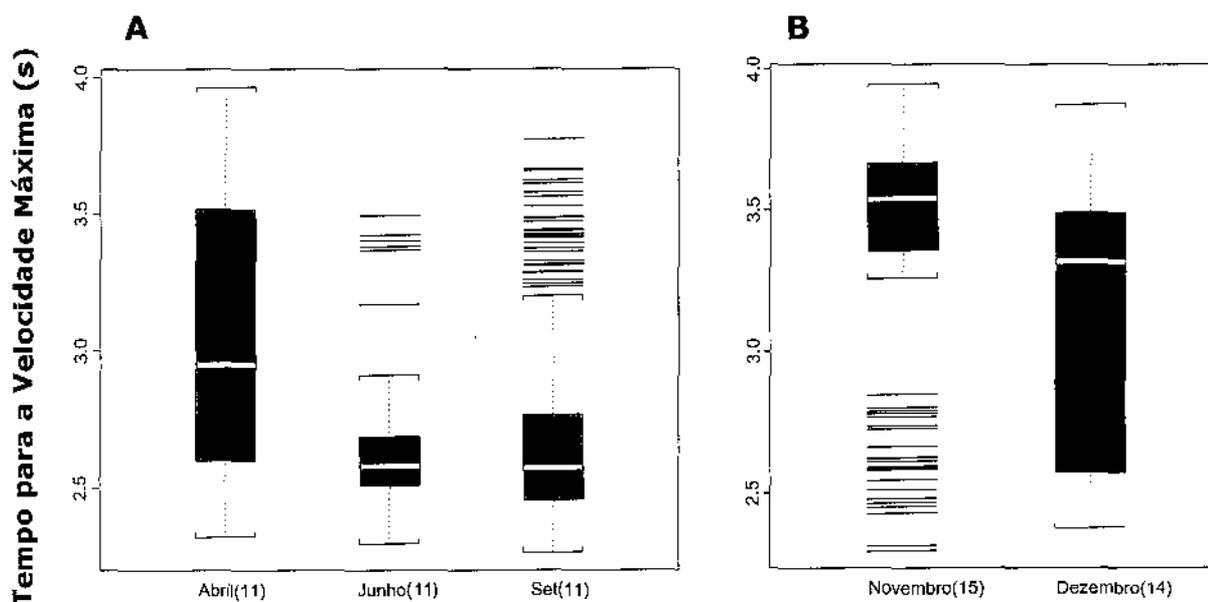
**FIGURA 4. 3.** Velocidade máxima (m/s). Os números indicados entre parênteses correspondem ao número de atletas. A – Campeonato Paulista. B – Copa São Paulo.

As análises no mês de Maio para estas variantes não foram coletadas por falhas técnicas. Podemos observar que:

- Em Abril, 50% dos jogadores perfaziam predominantemente suas velocidades máximas entre 8,4 e 8,7m/s.
- No período que antecedeu o campeonato (Junho), os valores destes atletas ficaram mais espalhados, os mesmos 50% do mês anterior ficaram neste momento entre 8,2 e 9,0m/s, com praticamente o mesmo valor de mediana do mês Abril, de 8,6m/s.
- No mês de setembro, os atletas ficaram com valores entre 8,3 à 9,0m/s (semelhante ao mês de Junho), porém com os valores concentrados um pouco mais para cima, causando conseqüentemente um aumento nos valores da mediana (8,7m/s).
- Em Nov e Dez os valores das medianas estavam em 8,4 e 8,45m/s, respectivamente, e se comportaram da seguinte forma:
- Em Novembro, 75% dos valores estavam entre 8,1 e 8,7m/s, mostrando um pequeno declínio nestes valores de maneira geral.
- As velocidades em Dezembro se compactaram mais, ficando entre 8,1 e 8,8m/s (50% entre 8,3 a 8,6m/s). Quatro atletas, um em outlier com valores acima e 3 atletas com valores abaixo.

A próxima variável apresentada é a capacidade de obter a velocidade máxima em um menor tempo, na tentativa de inferir sobre a *capacidade de aceleração* (Weineck, 2000), ou melhor, a capacidade de antecipação às jogadas e aos adversários.

Na figura 4. 4. (A e B) o tempo para se alcançar a velocidade máxima em 30m, em segundos.



**FIGURA 4. 4.** Tempo para alcançar a velocidade máxima em 30 metros (s). Os números indicados entre parênteses correspondem ao número de atletas. A - Campeonato Paulista. B - Copa São Paulo.

Os dados mostram que:

- No início da temporada (Abril), os valores (50%) ficaram bem dispersos, variando entre 2,6 a 3,5s. A mediana deste grupo neste período ficou em torno dos 2,9s.
- Estes valores sofreram uma queda significativa ( $P < 0,001$ ) em Junho, com um valor mediano de 2,6s, e os valores médios entre 2,5 e 2,7s. Nota-se que 7 jogadores estavam com valores acima *outliers*.
- Em Setembro, a mediana e os dados médios salientavam-se semelhantes ao mês anterior, porém o número de jogadores com valores em *outliers* aumentou muito, sugerindo que alguns atletas estariam perdendo a capacidade de aceleração no período competitivo.

Nos dados mensurados para a Copa São Paulo (Figura 4. 4.B) mostram que:

- Em nov foi registrada uma mediana acima dos valores já mensurados (3,5s) e valores médios muito acima, entre 3,35s e 3,8s, com muitos *outliers* neste momento.
- Em Dezembro a mediana teve uma queda para o valor de 3,3s, e 50% dos valores ficaram entre 2,55 e 3,5s. Dado semelhante ao do começo da temporada, porém com uma mediana diferente.

#### 4. 3. EFEITO DA TEMPORADA SOBRE OS NÍVEIS DE ALTERAÇÃO MUSCULAR

Todos os dados mostrados acima indicam adaptação positiva ao treinamento e competição (Campeonato Paulista). Para nos certificarmos que essa adaptação positiva se refletiu muscularmente e metabolicamente, com os atletas mais preservados antes do início da competição, apresentamos na Tabela 3 os valores plasmáticos da enzima CK ao longo da temporada de 2001.

**TABELA 4. 1.** Valores médios das concentrações de CK (U/L) e Uréia (mg/dL) no plasma sanguíneo. Os números indicados entre parênteses correspondem ao número de atletas.

	Março (12)	Abril (12)	Maió (12)	Junho (12)	Agosto (12)	Set. (12)	Out. (11)	Dez. I (11)	Dez. II (11)
CK	615±273	642±280	545±176	424±164	552±403	553±267	230±106*	407±167	216±109*
URÉIA	41,1±8,2	31,7±9,3	34,8±8,1	38,2±7,8	38,2±8,4	35,3±6,9	31,1±7,3	27,4±7,3*	25,8±6,8*

\* $P < 0,05$  em relação as análises anteriores.

Podemos observar que na última análise, que antecede o início da Copa São Paulo os valores plasmáticas do CK indicam adaptação muscular positiva ao ano competitivo.

---

## DISCUSSÃO

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 mensurou algumas capacidades físicas do elenco, passando 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). Esses dados reforçam que o sucesso de um time também depende da habilidade em se escolher uma estratégia de jogo adequada às capacidades físicas dos atletas.

Em seu extenso trabalho sobre futebol, Bangsbo (1994) também defende a idéia de que um jogador pode 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.

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 física do atleta, se compararmos com a produção encontrada em outros países. Além disso, como normalmente o calendário anual é muito complexo, a possibilidade de se estar passando do limite individual de estresse de cada jogador é muito grande e a ocorrência de lesões mais graves também aumenta muito ao longo do ano competitivo.

Acreditamos, portanto, que os resultados apresentados nessa monografia são extremamente importantes, uma vez que permitem uma visão completa da presente situação em que a equipe se encontra, dando a possibilidade de individualizar os treinamentos, com formação de grupos menores para melhoria de algumas capacidades, paralelos aos treinamentos já prescritos.

## 5. 1. ADAPTAÇÕES NA CAPACIDADE AERÓBIA

A verificação da capacidade aeróbia dos atletas, além de mostrar a evolução do grupo foi extremamente importante pelo fato de permitir individualizar a intensidade dos treinamentos. Os dados apresentados mostram uma melhora pequena mas significativa no grupo. Os valores de Limiar Anaeróbio apresentados neste trabalho demonstram que a equipe manteve níveis bons nesta capacidade para jogadores de futebol.

Um dado que devemos destacar é o efeito do período competitivo (Campeonato Paulista) sobre o limiar anaeróbio, observado na análise do mês de setembro. O aumento nos valores de limiar do grupo sugerem que os estímulos semanais das partidas seriam suficientes no manutenção dessa capacidade, tanto que a comissão decidiu por não priorizar este tipo de estímulo na preparação para a Copa São Paulo. Mesmo assim, nos meses de Novembro e Dezembro o grupo manteve-se dentro de uma variação homogênia, entre 14 à 15 Km/h, com valores abaixo (4 atletas) e acima (3 atletas).

Oliveira (1998) descreve que a metodologia de cargas concentradas utilizada na etapa de preparação (Verkhoshanski, 1990) cria uma base para o aprimoramento das capacidades específicas. O fenômeno denominado de *Efeito Posterior Duradouro de Treinamento* (EPDT), segundo Oliveira (1998), favorece o desenvolvimento dos princípios técnicos e específicos da modalidade no período que antecede a competição, o que seria impossível no método tradicional. O EPDT pode estar incluso no nosso estudo, pois pode ser uma explicação dada para o acontecido no meses de Setembro, Novembro e Dezembro.

## 5. 2. ADAPTAÇÕES NA CAPACIDADE ANAERÓBIA

Nossos resultados com relação aos números de *sprints* desempenhados pelos atletas presentes trazem um fato interessante, que fica particularizado no mês de maio, quando os números de *sprints* apresentaram um aumento significativo de 35% e seguiram no mês seguinte entre 10 e 12 repetições (um pouco acima dos valores médios apresentados no primeiro mês de preparação). É importante ressaltar que durante o período anterior a essa análise os jogadores estavam em treinamento de força e suplementados com creatina (Macedo et al., submetido). Uma terceira hipótese para o aumento do número de *sprints*, pode ser caracterizado pela melhora da capacidade aeróbia que conseqüentemente traria uma melhor performance, pois

---

segundo Bangsbo (1994) quanto maiores os valores de LA maiores o número de *sprints*. Porém, não demonstramos existir correlação entre o LA e o NS (Rodrigo Hohl, Monografia 2002).

Mostramos nesse estudo também que os valores medianos de velocidade máxima apresentaram um ligeiro aumento da mediana, lembrando que valores 0,3m/s não são significativos estatisticamente, mas podem ser bastante relevantes com relação a performance. Analisando a Figura 4. 3. (A e B) observamos uma tendência de aumento das medianas no período preparatório, e quando chegou Setembro (após competição) a mediana do grupo se encontrava em sua melhor *performance*. No momento seguinte (Novembro) foi apresentado o pior valor, menor até que o apresentado na primeira análise do ano. É importante ressaltar que nessa análise os atletas vinham de duas semanas de férias e duas semanas já treinando com prioridade para a capacidade de resistência. Nossos resultados contradizem com resultados apresentados em uma revisão por Ross & Leveritt (2001), que citam trabalhos que demonstram que até 7 semanas de destreinamento não modificam mudanças em enzimas reguladoras glicolíticas e de ressíntese do ATP.

O tempo para alcançar a velocidade máxima foi o índice que encontramos para avaliar a capacidade de aceleração utilizando o mesmo protocolo de 30 metros, simulando o que seria a tomada à frente contra um adversário, antecipação com objetivo de passe ou chute a gol. Esse dado mostra-se muito importante para determinar a capacidade de força rápida, especificamente a força de *sprint* (BARBANTI, 1996).

Nos presentes dados apresentados mostram que o tempo para se alcançar a velocidade máxima obteve seu melhor nível ao final da fase preparatória, com valores médios de 2,61s e 75% dos valores da mediana abaixo 2,7s. Após o período de competição (Setembro) os valores praticamente se mantiveram. Linossier et al. (1997) apud. Ross & Leveritt (2001) conseguiu demonstrar que mesmo após 7 semanas de destreinamento (após 9 semanas de treinamento de potência) os níveis de velocidade no pico de potência, pico de potência e tempo para a velocidade do pico ainda mantiveram-se acima dos níveis iniciais. Porém, nossos dados mostram que os níveis de *performance* do mês de Novembro ficaram abaixo dos valores iniciais. Para o mês seguinte (Dezembro) os valores médios e medianos já apresentavam uma queda, mostrando uma tendência de melhora, já que ainda restavam 2 semanas de preparação visando melhoria da potência até o início da Copa São Paulo em janeiro.

A aparição de alguns *outliers* nos meses de Setembro e Novembro (foram utilizados todos os valores de cada atleta), podem estar relacionados ao

---

posicionamento em campo ou mesmo se o atleta estava sendo utilizado como titular ou reserva da equipe. Outras hipóteses são a chegada de novos jogadores (Setembro), ou mesmo a saída de outros atletas nesse período de transição.

### **5. 3. ADAPTAÇÕES METABÓLICAS INDUZIDAS PELO TREINAMENTO**

Em um estudo de monitoramento de marcadores na detecção de *overtraining*, Hartmann & Mester (2000) demonstram a importância de determinar valores basais individuais e um acompanhamento da redução dos estímulos de até 4 dias depois do estímulo ou microciclo. Devido a estas variáveis serem bastante sensíveis após alguns dias do estresse submetido. Isso tornaria impossível dentro de uma equipe de alto nível, principalmente se falando em futebol, onde um período competitivo pode representar dois jogos na semana, fora os treinos técnicos, e de manutenção das capacidades físicas.

Relatado por inúmeros pesquisadores, após uma partida os níveis de glicogênio muscular podem cair a níveis significativos (Bangsbo, 1994), mesmo durante uma semana de treinamentos esses níveis podem também sofrer ligeira queda. Inicia-se assim, um processo catabólico generalizado, pois a partir do momento em que o glicogênio muscular vai se esgotando, o organismo passa a realizar a catálise das proteínas no objetivo de geração de substratos energéticos. Saltin (1976) apud. Reilly (1997), destacou que atletas que iniciavam os jogos com baixos níveis de glicogênio percorriam distâncias 25% menores que outros atletas que tinham seus estoques de glicogênio normais. Portanto, os níveis e a capacidade de utilização dos estoques de glicogênio muscular estão inteiramente relacionados com a performance.

Levando em conta os valores de referência para os níveis de uréia sanguínea para pessoas normais (>50mg/dL), podemos perceber que nossos resultados médios permaneceram sempre abaixo desses valores de referência. Somente 2 atletas apresentaram valores acima dos de referência durante a temporada. Os valores das duas análises realizadas em Dezembro mostraram queda significativa. Esses dados nos permitem concluir que os níveis nutricionais e de reposição dos estoques de glicogênio dos atletas estavam adequados.

Por anos as taxas séricas de CK tem sido mensuradas e avaliadas na ciência do exercício como um parâmetro essencial para a determinação do estresse muscular (Hartmann & Mester, 2000). A análise de CK pode ser considerada um parâmetro de estresse mecânico ocasionados por treinos específicos, ou mesmo uma somatória dos estímulos sem um devido processo regenerativo.

---

Os resultados apresentados neste trabalho mostram valores bem acima (em torno dos 600U/L) dos valores tidos como referência para pessoas normais (<110U/L). Isso nos leva a pensar que se trata de uma população diferente das utilizadas como referência, deixando uma incógnita e uma possibilidade de determinação de valores de referência para jogadores de futebol com idade menores que 20 anos de idade (Fernando O. C. Silva, Monografia 2003).

Os resultados apresentados mostram que não houve diferenças significativas (com exceção aos meses de Outubro e DezembroII), permanecendo sempre entre 400-650U/L (acima de valores de referência para indivíduos normais). Nos meses de Outubro e Dezembro houve uma queda significativa, permanecendo os valores médios  $230 \pm 106$  e  $216 \pm 109$ U/L, respectivamente. Em Outubro os atletas vinham de 2 semanas de férias, já em Dezembro estavam treinando e próximos de três semanas para a Copa São Paulo, sugerindo que o monitoramento sanguíneo pela técnica de limiar de estresse foi eficiente para produzir jogadores bem adaptados muscularmente.

---

## CONCLUSÕES

- Com relação ao limiar anaeróbio, a competição parece favorecer o aumento nessa capacidade não havendo, aparentemente, uma grande necessidade de se ocupar seções de treinamento com o objetivo de melhorar o limiar durante esse período.
- O número de *sprints* não alterou significativamente o valor da mediana, porém o grupo modificou o perfil de comportamento, tendendo a uma melhora e homogeneização nessa capacidade.
- A capacidade anaeróbia parece ser influenciada no período de competição pela posição dos jogadores e a frequência em que eles estão submetidos aos estímulos dos jogos competitivos.
- Esse tipo de análise longitudinal pode contribuir para que treinadores e preparadores físicos identifiquem as necessidades de cada jogador e tenham um diagnóstico extremamente individualizado e detalhado dos seus jogadores, podendo influenciar na escalação e até no esquema adotado, caso se alie com coerência junto aos outros aspectos importantes no esporte, como técnico e psicológico.
- O desenvolvimento desse projeto proporcionou uma base científica para o preparador físico poder reavaliar sua periodização para uma próxima temporada, embora a periodização utilizada tenha sido eficiente, pois induziu melhoras nas capacidades físicas determinantes para o jogo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACURAU, R. F. et al.** Hipertrofia – Hiperplasia. São Paulo: Editora Phorte, 2001.
- BALSOM, P. D., SEGER, J., SJÖDIN, B. & EKBLON, B.** Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. Eur. J. Appl. Physiol. v.65, p.144-149, 1992.
- BANGSBO, J., NØRREGAARD, L. & THORSØE, F.** Activity profile of competition soccer. Can. J. Sport Sci. v.16, p.110-116, 1991.
- BANGSBO, J.** The physiology of soccer. Acta Physiol. Scand., suppl. 151, 1994.
- BARBANTI, V.** Teoria e prática do treinamento esportivo. São Paulo:Edgard Blücher, 2ª edição, 1996.
- BARROS, T. L., VALQUER, W., SANT'ANNA, M. & BARBOSA, A. R.** Motion patterns of Brazilian professional soccer players. *CEMAFE-UNIFESP-EPM*, São Paulo Futebol Clube, Brasil, 1998.
- BENEDEK, E. & PÁLFAI, J.** Fußball – 600 Übungen. Bartels & Wernitz, Berlin – München – Frankfurt, 1980.
- BERESSI, A., SUNHEIMER, R.L., HUIISH, S. et al.** Acute severe rhabdomyolysis in an human immunodeficiency virus-seropositive patient associated with rising anti-coxsackie B viral titers. Ann. Clin. Lab. Sci. v. 24, p. 278-281, 1994.
- BOMPA, T. O.** Periodização: teoria e metodologia do treinamento. São Paulo, Phorte Editora, 2002.
- BOOBIS, L. H.** Metabolic aspects of fatigue during "sprint"ing. IN: Macleod, D., Maughan, R., Nimmo, M., Reilly, T. & Williams, T. C. eds. Exercise Benefits, Limits and adaptations, E.& F.N. Spon, London/ New York, p.116-143, 1987.
- BYRD, S. K., MCCUTCHEON, L. J., HODGSON, D. R. et al.** Altered sarcoplasmic reticulum function after high-intensity exercise. J. Appl. Physiol., v.67, n.5, p.2072-2077, 1989.
- CLARKSON, P. M.** Exercise-induced muscle damage - animal and human models. Med. Sci. Sports Exerc., v. 24, n. 05, p. 510-511, 1992.
- COVELL, B., EL DIN IV & PASSMORE, R.** Energy expenditure of young man during the weekend. Lancet. v.1, p. 727-728, 1965.
- DAWSON, B., FITZSIMONS, M., GREEN, S., GOODMAN, C., CAREY, M. & COLE, K.** Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and types after short sprint training. Eur. J. Appl. Physiol. v.78, p.163-169, 1998.
- EDWARDS, A. M., CLARCK, N. & MACFADYEN, A. M.** Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. J. Sports Sci. Med. v.2, p.23-29, 2003.
- EKBLON, B.** Applied physiology of soccer. Sports Med. v.3, p. 50-60, 1986.
- EVANS, W. J., MEREDITH, C. N., CANNON, J. G. et al.** Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. J. Appl. Physiol. v. 61, n. 05, p. 1864-1868, 1986.
- FLECK, S. J. & KRAEMER, W. J.** Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 2ª edição, 1999.

- 
- FREY, G.** Zur terminologie und struktur physischer leistungsfaktoren und motorischer fähigkeiten. Leistungssport. v.7, p. 339-362, 1997.
- FRY, A. C. & KRAEMER, W. J.** Resistance exercise overtraining and overreaching. Sports Med. v.23, p.32-65, 1997.
- GERISCH, G., RUTTERMÖLLER, E. & WEBER, K.** Sportsmedical measurements of performance in soccer. In: Reilly, T., Less, A, Davids, K. & Murphy, W. J. (eds). Science and Football, E. & F. N. Spon, London/ New York. 60-67, 1988.
- GOMES, A. C.** Treinamento Desportivo: Estruturação e Periodização. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.
- GROSSER, M.** Schnelligkeitstraining. Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme. BLV Verlagsges. München, 1991.
- HARTMANN, V. & MESTER, J.** Training and overtraining markers in selected sport events. Med. Sci. Sports Exerc. v. 32, p. 209-215, 2000.
- HOFF, J., WISLÖFF, U., ENGEN, L. C., KEMI, O. J. & HELGERUD, J.** Soccer specific aerobic endurance training. Br. J. Sports Med. v.36, p. 218-221, 2002.
- HOHL, R.** Relação entre velocidade de limiar anaeróbio obtido através do protocolo de lactato mínimo e resistência de sprint em jogadores de futebol. Trabalho de Monografia, Faculdade de Educação Física, Unicamp, 2002.
- HULTMAN, E. & SJÖHOLM, H.** Substrate availability. In: Knuttgen, H. G., Vogel, J. A., Poortmans, J. (eds). Biochemistry of Exercise V, Champaign: Human Kinetics, 1983.
- JONES, N. L., MCCARTNEY, N., GRAHAM, T., SPRIET, L. L., KOWALCHUK, J. M., HEIGENHAUSER, J. F. & SUTTON, J. R.** Muscle performance and metabolism in maximal isokinetic cycling at slow and fast speeds. J. Appl. Physiol. v. 59, p. 132-136, 1985.
- KRAEMER, W. J. & NINDL, B. C.** Factors involved with overtraining for strength and power. In: Kreider, R. B., Fry, A. C. & O'Toole, M. L. (eds). Overtraining in sports. Champaign: Human Kinetics, 1997.
- KRUSTRUP, P., MOHR, M., AMSTRUP, T., RYSGAARD, T., JOHANSEN, J., STEENSBERG, A., PEDERSEN, P. K. & BANGSBO, J.** The Yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. Med. Sci. Sports Exerc. v. 35, n.4, p.697-705, 2003.
- LIEBER, R. L., THORNELL, L. E., FRIDÉN, J.** Muscle cytoskeletal disruption occurs within the first 15 min of cyclic eccentric contraction. J. Appl. Physiol. v.80, n. 1, p.278-284, 1996.
- LINOSSIER, M. T., DORMOIS, D., GEYSSANT A, et al.** Performance and fibre characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on cycle ergometer. Eur. J. Appl. Physiol. v. 75, p.491-498, 1997.
- MACEDO, D. V.**
- MANFREDI, T. G., FIELDING, R. A., O'REILLY, K. P. et al.** Plasma creatine kinase activity and exercise-induced muscle damage in older men. Med. Sci. Sports Exerc., v. 23, n. 09, p. 1028-1034, 1991.
- MARTIN, D., CARL, K., LEHNERTZ, K.** Handbuch Trainingslehre. Hofman Verlag, Schorndorf, 1991.
- MATVEEV, L.** O processo do treino desportivo. Lisboa. Livros Horizonte, 1981.

- 
- MCARDLE, W. D., KATCH, F. I. & KATCH, V. L.** Fisiologia do Exercício: Energia, nutrição, desempenho humano. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 4ª edição, 1998.
- McMAHON, S. & WENGER, H. A.** The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. J. Sci. Med. Sports. v.1, n.4, p.219-227, 1998.
- MICHEL, P.** Coupling of phosphorylation to electron and hydrogen transfer by a chemiosmotic type of mechanism. Nature. v.191, p. 144-148, 1961.
- NEWHAM, D. J., JONES, D. A., CLARKSON, P. M.** Repeated high-force eccentric exercise: effects on muscle pain and damage. J. Appl. Physiol. v.63, n.4, p.1381-1386, 1987.
- NOSAKA K. & CLARKSON, P. M.** Effect of eccentric exercise on plasma enzyme activities previously elevated by eccentric exercise. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, v. 69, n. 06, p. 492-497, 1994.
- OHASHI, J., TOGARI, H., ISOKAWA, M. & SUSUKI, S.** Measuring movement speeds and distances covered during soccer match-play. In: Reilly, T., Less, A., Davids, K. & Murphy, W. J. (eds). Science and Football, E & F. N. Spon, London/ New York, p. 434-440, 1988.
- OLIVEIRA, P. R.** O Efeito Posterior Duradouro de Treinamento (EPDT) das Cargas Concentradas de Força. (Tese de Doutorado). Unicamp, 1998.
- PEN, L. J. & FISHER, C. A.** Athletes and pain tolerance. Sports Medicine, v. 18, n. 05, 1994.
- RODENBURG, J. B., BÄR, P. R. & DE BOER, R. W.** Relations between muscle soreness and biochemical and functional outcomes of eccentric exercise. J. Appl. Physiol. v.74, n.6, p.2976-2983, 1993.
- REILLY, T.** Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. J. Sports Sci. v.15, p.257-263, 1997.
- REILLY, T. & BALL, D.** The net physiological cost of dribbling a soccer ball. Research Quarterly for Exercise and Sport. v.55, p.267-271, 1984.
- REILLY, T., BANGSBO, J. & FRANKS, A.** Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. J. Sports Sci. v.18, p.669-683, 2000.
- REILLY, T. & THOMAS, V.** A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. J. Hum. Mov. Stud. v. 2, p. 87-97, 1976.
- ROSS, A. & LEVERITT, M.** Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. Sport Med. v.31, nº15, p.1063-1082, 2001.
- SALE, D. G.** Neural adaptation to resistance training. Med. Sci. Sports Exerc. v.20, n.5 (sup), p.135-145, 1988.
- SALTIN, B.** Metabolic fundamentals in exercise. Med. Sci. Sports. v.5, 137-146, 1973.
- SILVA, F. O. C.** Análise de Biomarcadores de estresse oxidativo em jogadores de futebol. Trabalho de Monografia, Faculdade de Educação Física, Unicamp, 2003.
- SMITH, L. L.** Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? Med. Sci. Sports Exerc., v. 32, n. 2, p. 317-331, 2000.

- 
- SPRIET, L. L.** Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. In: Hargreaves, M., ed. Exercise Metabolism, 1ª ed. Human Kinetics, p. 1-40, 1995.
- STATHIS, C. G., FEBBRAIO, M. A., CAREY, M. F. & SNOW, R. J.** Influence of "sprint" training on human skeletal muscle purine nucleotide metabolism. J. Appl. Physiol. v.76, n. 04, p. 1802-1809, 1994.
- TEAGUE, B. N. & SCHWANE, J. A.** Effect of intermittent eccentric contractions on symptoms of muscle microinjury. Med. Sci. Sports Exerc. v. 27, n. 10, p. 1378-1384, 1995.
- TEGTBUR, U., BUSSE, M. & BRAUMANN, K. M.** Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. Med. Sci. Sports Exerc. v.25, p. 620-627, 1993.
- TIIDUS, P. M. & IANUZZO, C. D.** Effects of intensity and duration of muscular exercise on delayed soreness and serum enzyme activities. Med. Sci. Sports Exerc. v.15, n.06, p. 461-465, 1983.
- VAN GOOL, D., VAN GERDEM, D. & BOUTMANS, J.** The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: Reilly, T., Les, A., Davids, K. & Murphy, W. J. (eds). Science and Football E. & F. N. Spon, Londo/ New York. p. 51-59, 1988.
- VERKHOSHANSKY, Y. V.** Preparação de Força Especial – Modalidades Desportivas Cíclicas. Traduzido por Paulo Roberto de Oliveira. Rio de Janeiro, ed. Grupo Palestra Esporte, 1ª edição, 1995.
- VERKHOSHANSKY, Y. V.** Força: treinamento da potência muscular. Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.
- VERKHOSHANSKY, Y. V.** Treinamento Desportivo: Teoria e metodologia. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- WEINECK, J.** Treinamento ideal. São Paulo, ed. Manole, 9ª edição, 1999.
- WEINECK, J.** Futebol total: o treinamento físico no futebol. São Paulo, ed. Phorte, 2000.
- WHITERS, R. T., MARICIC, Z., WASILEWSKI, S. & KELLY, L.** Match analysis of Australian professional soccer players. J. Hum. Mov. Stud. v.8, p. 159-176, 1982.