

Miller Pereira Guimarães

**COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBIA EM JOGADORES DE FUTEBOL DE
ALTO NÍVEL DA PUBERDADE ATÉ A IDADE ADULTA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2010

Miller Pereira Guimarães

**COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBIA EM JOGADORES DE FUTEBOL DE
ALTO NÍVEL DA PUBERDADE ATÉ A IDADE ADULTA**

Monografia apresentada ao
programa de pós graduação na
Universidade Federal de Minas
Gerais, como exigência parcial para
obtenção do título de Especialista
em “Treinamento Esportivo
Seqüencial – Musculação”.

Orientador: PHD Luciano Sales
Prado.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2010

“Dedico esse trabalho a meu pai José Fernando Júnior, minha mãe Lenilce dos Reis Pereira e a minha namorada Michelle Freire Baliza, que sempre estiveram ao meu lado nessa longa e árdua caminhada. Só eles sabem o quanto foi difícil esse ano de idas e vindas. Muito obrigado”!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e perseverança.

Agradeço também o meu Orientador Luciano Sales Prado, que “topou” esse desafio e que me ensina dia após dia.

Agradeço a todos os meus alunos, que foram os grandes motivadores desse sonho e que, acima de tudo são os grandes ensinadores que tenho.

Agradeço a todos os meus amigos que também lutaram comigo durante esse ano, entendendo as minhas ausências em quase todos os finais de semana, e ainda sim, me deram força e motivação para continuar.

Agradeço em especial a toda minha família que sempre unida fizeram esse ano de especialização ficar um pouco mais fácil. A titia com as marmitas das sextas-feiras, o Thomé sempre com seus incentivos e pronto para ajudar (além de ter sido um grande guia em Belo Horizonte), a minha tia Liliane e tio Marcos que mesmo de longe me hospedaram durante todo esse tempo, aos meus avós que sempre rezaram por mim quando tinha que ir para BH de moto, a Maeve e a Guinha que fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse me sentir em casa.

Enfim, agradeço a todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram de alguma forma nessa difícil jornada.

Muito obrigado a todos!

SUMÁRIO

1. Introdução.....	06
1.1 Características do futebol em relação a produção de energia.....	06
1.2 Capacidade aeróbica e Futebol: Uma relação direta.....	07
1.3 Maturação e Demanda fisiológica em crianças.....	09
1.4 Desenvolvimento da capacidade aeróbia na infância e adolescência.	10
1.5 Treinabilidade da capacidade aeróbia na infância e adolescência.....	12
1.6 Métodos de avaliação da capacidade aeróbica.....	13
2. Objetivo.....	16
3. Métodos.....	17
3.1 Amostra.....	17
3.2 Procedimentos.....	18
3.3 Estatística.....	18
4. Resultados.....	19
5. Discussão.....	20
Referências Bibliográficas.....	22

RESUMO

O futebol é sem dúvida um dos esportes mais praticados no mundo. Com sua popularidade houve uma evolução do jogo, tanto nos aspectos táticos e técnicos, mas, principalmente na condição física dos jogadores. A evolução da capacidade aeróbia é uma dessas variáveis que influenciam na condição física dos atletas. O presente estudo teve como objetivo comparar a capacidade aeróbica em jogadores de futebol de campo de alto nível a partir da categoria juvenil até jogadores profissionais, através de um teste de campo indireto para capacidade aeróbica. A amostra do estudo foi composta por 71 futebolistas do sexo masculino, subdivididos em três categorias: 28 Juvenis (16.8 ± 0.8 anos; 171 ± 3.4 cm; 66.7 ± 2.7 kg), 16 Juniores (18.7 ± 0.7 anos; 178 ± 2.0 cm; 71.1 ± 2.5 kg) e 27 Profissionais (24.6 ± 3.2 anos; 177 ± 3.2 cm; 73.1 ± 2.0 kg). Os sujeitos foram submetidos ao teste de 3200m proposto por Weltman respeitando no mínimo 24 horas de repouso antes da realização de cada teste. A análise da evolução da capacidade aeróbia nos diferentes tipos de amostra revelou que, os valores médios de VO₂ max e frequência cardíaca obtidos dentro de cada uma das categorias, não apresentaram diferenças significativas entre si (Juvenil = $56,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $193,2 \text{ bpm}$; Júnior = $55,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $194,5 \text{ bpm}$; Profissional = $56,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $191,6 \text{ bpm}$). Considerando-se apenas aspectos maturacionais, não se esperava realmente uma evolução (melhora) do Vo₂max relativo. A utilização de um teste de campo indireto não específico para o futebol pode ter sido o principal limitador do estudo, não sendo sensível às características do estudo. Entretanto, esperava-se que a evolução do nível de prática e da exigência competitiva entre as categorias elevasse o nível de solicitação de todas as qualidades físicas dos atletas, inclusive da capacidade aeróbia. Aplicar um teste sensível e validado nesse tipo de amostra será uma grande evolução científica no que se refere ao desenvolvimento e aprimoramento da capacidade aeróbia nessa modalidade.

PALAVRAS-CHAVE: Futebol; Capacidade aeróbia; VO₂ máximo; Teste Weltman.

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Características do futebol em relação à produção de energia.

O futebol se apresenta sob o aspecto fisiológico um desporto complexo, determinado pelas várias mudanças táticas, técnicas e físicas dentro de uma partida. Essa grande variabilidade reflete uma mudança significativa nos processos metabólicos e de geração de energia (Garret e Kirkendall, 2003).

Segundo Léger et al. (1984), o futebol, como outros esportes coletivos, é considerado uma modalidade acíclica, sendo esta expressa por paradas bruscas, alterações no ritmo e mudança rápida de direção com pequenas pausas para recuperação, ou seja, os atletas vivenciam esforços de ordem intermitente durante maior parte dos treinamentos e da competição.

De acordo com Weineck (2000), o nível de esforço dos atletas pode ser influenciado pela capacidade tática dos jogadores e pela cultura e estilo de jogo de cada país, acreditando que dependendo do nível da disputa e do comportamento da intensidade, importantes alterações podem acontecer na demanda fisiológica e na geração de energia. Reforçando esta idéia, Prado et al. (2006), cita que devido às grandes dimensões do campo de jogo e da duração de uma partida, cada atleta desempenha uma função específica dentro de cada equipe, reafirmando as grandes mudanças do sistema energético dessa modalidade.

Com tanta variação de esforço e demanda fisiológica, nota-se no meio acadêmico controvérsias quanto à importância dos sistemas energéticos.

Segundo Tomlin e Wenger (2001), existe uma grande importância da capacidade aeróbia no futebol quando se verifica a intermitência de suas ações. Quando analisados os esforços feitos durante toda a partida, observa-se que a ressíntese do ATP e CP deixa de ser feita predominantemente pela via anaeróbia e passa a ser realizada principalmente pela via aeróbia. Assim, atletas que possuem uma maior capacidade aeróbia conseguirão regenerar com maior velocidade e em maiores quantidades o ATP muscular. Consequentemente suportarão esforços com maiores intensidades e levarão menos tempo para se recuperarem de esforços máximos e submáximos.

Guerra, Soares e Burini (2001), também destacaram a importância da capacidade aeróbia no futebol. Segundo eles, cerca de 88% de uma partida de futebol solicitam atividades aeróbias e, os outros 12% são de atividades anaeróbias de alta intensidade.

Pesquisas realizadas por Smocłaka (1978) e Chamari et al. (2005), mostram que a intensidade média de uma partida de futebol corresponde à 75% do VO₂ máx e 85% da Frequência Cardíaca máxima dos futebolistas, preponderando por aproximadamente 2/3 do tempo de jogo.

Por outro lado, a via de produção energética anaeróbia tem papel importante no fornecimento de energia para o jogador de futebol. Segundo Astrand e Rodahl (1980), em situações de jogo com movimentação contínua e intensa, verificou-se concentrações de lactato acima de 16 mmol/l. E de acordo com Reilly, Bangsbo e Franks (2000), os momentos da partida que mais acontecem ações decisivas e de conclusão de jogadas, são dependentes de atividades anaeróbias.

Portanto o condicionamento anaeróbico tem grande importância para um bom rendimento na partida, principalmente em ações rápidas e decisivas. E, bons níveis de condicionamento aeróbio são requeridos na recuperação e para retardar a fadiga (Bangsbo, Mohr e Krstrup, 2006).

1.2 – Capacidade aeróbica e Futebol: Uma relação direta.

Segundo Weineck (2000), tanto para os treinamentos quanto para as partidas de futebol, faz-se de grande importância o desenvolvimento e o aprimoramento da capacidade aeróbia. Essa qualidade pode ser considerada a base de sustentação para todas as suas ações.

De acordo com Guerra, Soares e Burini (2001), os jogadores de futebol profissional percorrem aproximadamente 11 quilômetros durante uma partida de futebol, sendo que a média da distância percorrida no segundo tempo é 5% menor que a do primeiro tempo. Os atletas que mais se deslocam durante um jogo são os de meio de campo.

Mais recentemente Di Salvio et al. (2007) mostraram que, independente da posição em campo, os atletas de futebol deslocam a maior parte da distância de um jogo em intensidades baixas (até 11 Km/h). Contudo os jogadores meio campistas

são os que deslocam a maior distância em intensidades moderadas (entre 11 e 19 quilômetros por hora).

A frequência cardíaca além de ser o parâmetro de intensidade mais utilizado por treinadores e pesquisadores, por não interferir no desempenho do atleta, também é utilizada como importante indicador do metabolismo aeróbio pela sua relação com o consumo de oxigênio.

Segundo Bangsbo, Mohr e Krstrup (2006) existem uma grande confiabilidade na utilização da frequência cardíaca como indicador do consumo de oxigênio durante uma partida de futebol, mas alertam que em condições de hipertermia, desidratação e estresse mental, o consumo de oxigênio pode ser superestimado, pois nessas condições a frequência cardíaca é alterada, o que não acontece com o consumo de oxigênio.

Segundo Krstrup et al. (2005), a frequência cardíaca de jogadores de futebol permanece durante uma partida entre 160 e 180 batimentos por minuto pela maior parte do jogo, equivalente a 80 – 85% da frequência cardíaca máxima dos mesmos.

A duração dos períodos de alta e baixa intensidade reforça a ideia da manutenção da frequência cardíaca em níveis significativamente altos durante a maior parte do tempo de jogo. Tomlin e Wenger (2001), em um trabalho de revisão, mostraram que durante o exercício intermitente, quanto menor é a pausa entre os períodos de intensidades altas menor será a regeneração dos substratos energéticos, sendo recuperadas menores quantidades de fosfocreatina e também menores níveis de lactato serão removidos. Os mesmos autores ainda explicam a importância do metabolismo aeróbio na recuperação dos esforços de alta intensidade. Segundo eles, cerca de 65% do lactato sanguíneo é transformado em piruvato pela lactato desidrogenase e assim é imposto à degradação no ciclo de Krebs.

De acordo com Bangsbo (1994), aproximadamente 98% da energia utilizada no futebol provém de metabolismo aeróbio e somente 2% da energia utilizada é fornecida pela via anaeróbia, durante os momentos de alta intensidade e decisivos do jogo.

Sendo assim, Tubino (1984), complementa essas informações citando que uma capacidade aeróbia em condições adequadas tem papel fundamental no aprimoramento de várias demandas físicas no futebol.

1.3 – Maturação e demanda fisiológica em crianças.

A maturação é definida por Jones et al. (2000) como um processo evolutivo do indivíduo que se caracteriza por mudanças físicas e biológicas em escala ordenada, transpondo o indivíduo à fase adulta. Porém, essa fase se manifesta com grande diversidade e variabilidade em relação à individualidade biológica. De acordo com Guedes e Guedes (1997), existem diferenças na velocidade de maturação entre crianças, algumas mais aceleradas (precoce) e outras mais lentas (tardia).

Em crianças, fatores como componente genético e maturação, têm papel importante na aptidão física. Há divergências entre autores quando analisada a maior contribuição destes componentes. Alguns acreditam ser o componente genético o principal responsável, enquanto outros afirmam ser a atividade física (Taylor e Baranowski, 1991).

Segundo Malina (1980), nos rapazes entre 9 e 16 anos, é o período com maior variação maturacional biológico.

A capacidade aeróbia desenvolvida desde a infância é fator primordial na prevenção de doenças causadas pelo sedentarismo e é indicada também pelos grandes benefícios conseguidos com o seu treinamento (Bar-Or, 1990). Segundo o mesmo autor, ela aumenta ao longo de sua infância, acompanhando o crescimento das dimensões corporais.

Segundo Bar-Or (1986) crianças apresentam capacidade significativamente menores de atividade anaeróbia do que adolescentes e adultos. Willians e Armstrong (1991) encontraram concentrações de lactato sanguíneo próximos a 2,5 mM quando analisaram crianças em exercícios.

Diferenças como estas estão relacionadas com menores concentrações de enzimas glicolíticas como a fosfofrutoquinase (PFK) e maiores concentrações de enzimas oxidativas como a succinato desidrogenase (SDH) (Eriksson et al., 1973). Acrescentando a esta informação, Gutman et al. (1973), relatam que as crianças também possuem menores taxas de hormônios esteróides como a testosterona, que com o processo de maturação tem seus níveis elevados, aumentando a massa muscular e a capacidade anaeróbica do indivíduo.

1.4 – Desenvolvimento da capacidade aeróbia na infância e adolescência.

O desempenho em provas com longas durações é determinado tanto pela potência quanto pela capacidade aeróbia. A potência aeróbia máxima é determinada pelo consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2 \text{ max.}$) que é aceito como a capacidade máxima do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio em metabolismo aeróbio durante a contração muscular e pode ser expresso em termos absolutos (l/min) ou relativo à superfície corpórea (ml/kg/min). A capacidade aeróbia, geralmente expressa e determinada pelo limiar anaeróbio, significa a capacidade do organismo em manter uma determinada carga de exercício por períodos de tempo prolongados com baixas concentrações de lactato sanguíneo (Ascensão, 1999; Denadai, 1999).

Segundo Caputo et al. (2001), a capacidade aeróbia pode ser definida como “a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo metabolismo aeróbio e pode ser bem estimada pelos índices associados à resposta do lactato, durante o exercício submáximo”. Os mesmos autores ainda relatam em seu trabalho que o $\text{VO}_2 \text{ max.}$ é o parâmetro fisiológico que melhor expressa a potência aeróbia máxima, ou seja, é uma unidade de medida de energia máxima que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo.

Conforme Santos e Santos (2002), a capacidade de utilização de oxigênio em repouso não mostra diferenças significativas entre indivíduos treinados e sedentários, mas em exercício, o VO_2 de um sujeito treinado pode atingir o dobro de um sedentário. O indivíduo em repouso ingere cerca de 250 ml de oxigênio por minuto enquanto que em exercício, um indivíduo saudável pode ultrapassar 10 vezes esse valor e um atleta de alto nível pode atingir uma ingestão 20 vezes maior.

Se tratando de crianças treinadas, Astrand e Rodahl (1986) colocam que a capacidade aeróbia dessa classe não difere tanto da dos adultos, mas que as respostas das crianças em exercícios submáximos não são tão estudadas quanto em adultos e por isso são menos entendidas. O aumento da capacidade aeróbia nessa população é definido pelo crescimento, desenvolvimento e treinamento, onde os efeitos do treinamento ficam difíceis de serem separados dos efeitos da maturação.

Em relação à potência aeróbia de crianças, observa-se aumento do consumo máximo de oxigênio em termos absolutos ao longo da idade, ocorrendo maior aceleração em meninos do que em meninas. Esse aumento de VO₂ se deve ao aumento de massa muscular, pois quando analisado o VO₂ de forma corrigido (relativo), não encontrou aumento com a idade em crianças do sexo masculino (manutenção do VO₂ max/kg de peso corporal) e encontrou-se diminuição progressiva em meninas (declínio do VO₂ max/kg de peso corporal) (Lazzoli et al., 1998).

Corroborando com o estudo de Lazzoli et al., Silva e Petroski (2007), em pesquisa que analisou o consumo máximo de oxigênio de crianças e adolescentes, concluíram que, durante a puberdade há um aumento gradativo do VO₂ max absoluto em ambos os sexos, encontrando valores superiores em meninos do que em meninas. No que se refere ao VO₂ máx relativo à massa corporal e a massa magra, houve manutenção no sexo masculino e diminuição no sexo feminino. Fatores culturais para a prática de atividade física, maior acúmulo de gordura corporal entre meninas e maior desenvolvimento muscular entre meninos, ditam essas diferenças.

Algumas particularidades e disparidades são encontradas na literatura quando nos referimos a VO₂ máx em crianças.

Segundo McMurray et al. (2002), o VO₂ máx (l/min) no gênero masculino tem um aumento médio de 0,2 l/min/ano, verificando o pico do ganho aproximadamente aos 16 anos. Já no grupo feminino esse aumento é de 0,1 l/min/ano, e o pico de ganho é perto dos 14 anos. Segundo os autores as diferenças entre os gêneros são explicadas pelo maior aumento de massa magra nos meninos e pelo menor volume de ejeção e menor concentração de hemoglobina nas meninas no período pós-pubertário, o que diminuiu a potência aeróbia.

Se tratando de variação do VO₂ máx em relação à massa magra, Malina e Bouchard (1991) mostram que há um decréscimo dessa variável com a idade, durante e após a puberdade. Segundo estes autores existe uma tendência a redução de cerca de 5 ml/Kgmm/min em ambos os sexos, desde o início da puberdade até a idade adulta.

1.5 – Treinabilidade da capacidade aeróbia na infância e adolescência.

De acordo com Wilmore e Costill (2001), crianças e adolescentes geralmente conseguem adaptar ao tipo de treinamento de um adulto, porém, por se tratarem de um grupo fisiologicamente diferente dos adultos, os programas de treinamento devem ser adequados às diferentes faixas etárias dessa classe.

Segundo Lopes e Maia (2000), o termo treinabilidade tem sido amplamente estudado no que diz respeito às respostas do treinamento nos ganhos de capacidade aeróbica.

Kobayashi et al. (1978), indagaram em seu estudo a possibilidade do período pubertário ser o período sensível ao treino dessa valência.

Num estudo de Sprynarová (1974), verificou-se aumento do VO₂ max durante um programa de treinamento para meninos de 11 a 18 anos. Os valores de maior crescimento desse VO₂ foi verificado no período pubertário, e os menores valores no período pré e pós-pubertário, concluindo que o período pubertário é propício ao treinamento aeróbio. Contudo, esses valores devem ser atribuídos somente ao VO₂ max absoluto.

Por outro lado, Tourinho Filho e Tourinho (1998) encontraram em vários estudos que, quando relacionado o VO₂ max relativo ao peso corporal com a capacidade aeróbica, pré-púberes são menos treináveis que indivíduos maturados. A principal razão para essa diferença de treinabilidade seria que, crianças pré-púberes já são muito ativas mesmo não fazendo parte de um treinamento regular, assim um programa físico implementa pouco a sua aptidão.

De acordo com Bar-Or (1989), quanto mais jovem for o indivíduo adulto, maiores níveis de treinabilidade da capacidade aeróbia ele terá. Essa associação feita com a idade não pode ser mostrada em crianças e adolescentes.

Segundo Wilmore e Costill (2001), estudos recentes têm mostrado pequenos aumentos na treinabilidade da capacidade aeróbia de crianças pré-púberes, mas que, esse aumento é bem menor que o esperado para adolescentes e adultos. Na puberdade, acredita-se que acontecem as principais mudanças de VO₂ max. Não se sabe ao certo a razão dessas mudanças. Segundo os mesmos autores, um fato importante a ser considerado é que o volume de ejeção nessa idade parece ser

limitante ao desempenho aeróbio e assim o aumento da capacidade dependa do crescimento do coração.

Stanganelli (1991) relata a dificuldade de comparar e analisar os resultados dos estudos desse tipo de amostra. A diferença do nível inicial de condicionamento físico e o controle do programa de treinamento dessa população são os principais problemas e devem ser colocados em questão.

1.6 – Métodos de avaliação da capacidade aeróbica

O futebol, por se tratar de um grupo que objetiva altos índices de potência aeróbia (VO_2 máx), é um esporte que fundamentalmente necessita de testes fidedignos para que se possa avaliar, planejar, periodizar, reavaliar e determinar parâmetros de controle dos seus níveis de treinamento.

Para a aplicação de testes da capacidade aeróbia, tem-se utilizado basicamente avaliações de medida do consumo máximo de oxigênio (Silva et al, 1986) e limiares metabólicos (limiar anaeróbio) (Okano et al., 2006).

Na análise do VO_2 máx, encontra-se na literatura, vários instrumentos, meios e métodos de avaliação. Dentre esses métodos estão os testes diretos e indiretos, testes de laboratório e de campo e os testes contínuos e descontínuos (Pimenta, 2007). Tomando como base esses métodos, vários autores criaram seus próprios testes, citando como exemplo o *yo-yo intermittent recovery test* (YYIRT) e o *interval shuttle run test* (ISRT) (Bangsbo, Mohr e Krstrup, 2006).

O teste com ergoespirometria (direto) é o meio que permite avaliar de maneira mais precisa a capacidade cardiorrespiratória e metabólica do indivíduo (Rondon et al., 1998), embora a literatura tenha mostrado altas correlações na comparação entre testes diretos e indiretos.

Instrumentos como bicicletas ergométricas e esteiras, bancos de madeira, cones e outros, são freqüentemente utilizados nas pesquisas científicas a fim de proporcionar parâmetros seguros e estabelecidos, garantindo padronização dos estudos.

Destacando os testes como uma importante variável dentro do treinamento, é de extrema importância quantificá-la e avaliá-la para a melhora do rendimento.

Tendo em vista a grande variedade destes, a escolha dos mesmos deve assegurar qualidade, validade e aplicabilidade garantida.

A avaliação direta do volume máximo de oxigênio ou teste ergoespirométrico, é um método não invasivo que possibilita ao avaliador a coleta e a avaliação do desempenho físico e da capacidade funcional de um indivíduo, de maneira precisa, conciliando a análise de gases expirados, variáveis respiratórias e oximetria (Serra, 1997).

Silva et al. (1998) relatam também que esse método se mostra fundamentalmente ligado a marcadores e preditores de desempenho, determinantes de transição metabólica, prescrição de intensidade do exercício, custo energético, marcadores de variáveis respiratórias e cardiovasculares e na avaliação de várias patologias.

Segundo Ghorayeb e Barros Neto (1999), nestes testes o volume de ar expirado, as frações expiradas de oxigênio e o gás carbônico são medidos de forma direta, e através de sistemas informatizados são calculados os principais índices de limitação funcional cardiorrespiratória, o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) e o limiar anaeróbio (LA).

Serra (1997) cita que o crescimento do método utilizando ergoespirometria teria alcançado seu potencial máximo na década passada, quando os laboratórios de ergometria teriam sido cada vez mais informatizados com sistemas de computação sofisticados.

Conforme Kiss (2003), a avaliação direta do VO_2 máx pode ser dividida em dois grupos: os métodos contínuos e os métodos descontínuos. Os métodos contínuos se caracterizam por apresentar um aumento gradual da sobrecarga dentro dos estágios dos testes, apresentando estes uma duração de 1 a 3 minutos até que a sobrecarga seja aumentada novamente. Esse tipo de teste é mais utilizado para se encontrar o consumo máximo de oxigênio, pois com o aumento progressivo das cargas o consumo de O_2 vai crescendo gradualmente até chegar ao máximo.

Os testes descontínuos são descritos por Berthon e Fellmann (2002) pelo incremento de uma única carga e por tempos de execução maiores, de 5 a 10 minutos. Esses testes são geralmente usados para encontrar limiares de lactato, ventilatório e velocidades em que são encontrados os limiares. Relatam ainda que o

problema em se achar o VO₂ máx pelo método descontínuo é que, para tal devem ser testadas várias intensidades, aumentando assim o período de testes.

A avaliação indireta do consumo máximo de oxigênio se apresenta como uma forma simples e objetiva. Com esse tipo de teste podem ser avaliados vários indivíduos ao mesmo tempo, com custo baixo e em algumas situações, aproximar as vivências da prática do esporte com o teste realizado (Lima et al., 2005). Powers e Howley (2000), complementa que a avaliação da potência aeróbia indireta é um método estimado para a coleta do VO₂ máx, e tem como característica principal as taxas de trabalho final.

De acordo com Pimenta (2007), os testes indiretos foram criados para aproximar a execução dos testes com a realidade da prática esportiva. A intenção era gerar nos indivíduos uma estimativa da potência aeróbia fora dos laboratórios, para que pudesse aumentar a especificidade da medida. Porém, dessa forma não se avalia de forma direta a quantidade de gases inspirados e expirados.

Entretanto, pelo alto custo, maior necessidade de tempo com as pesquisas, alto aparato tecnológico e alta especialidade dos seus pesquisadores para execução dos testes, a ergoespirometria fica fora da nossa realidade. Dessa forma, também pelas altas correlações entre testes diretos e indiretos, estudos que optam pelo método de avaliação indireto também têm validade e credibilidade no meio acadêmico.

Um dos métodos que vêm sendo utilizado para avaliação da capacidade aeróbica é o método de 3200 m proposto por Weltman. Esse método consiste numa corrida contínua de 3200m, onde os indivíduos são informados a percorrer a distância no menor tempo possível tentando manter uma velocidade constante. Para análise dos dados coletados a partir do teste, geralmente se usa a fórmula: VO₂max (ml.kg.min) = 118,4-4,774 (T) onde: T = tempo em minutos e fração decimal dos 3.200m (Weltman et al., 1989). Não foi possível, com as buscas realizadas, encontrar na literatura informações mais precisas sobre o teste em questão.

Zarate et al. (1991), em um estudo de validação desse método, concluíram que os métodos de avaliação de VO₂ max em provas de campo, devem ser validados afim de garantir reprodutibilidade à amostra do trabalho. E que o método proposto por Weltman apresenta boa validade quando aplicado em atletas corredores de fundo.

2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo avaliar e comparar a capacidade aeróbica em jogadores de futebol de campo de alto nível a partir da categoria juvenil até jogadores profissionais, através de um teste de campo indireto (o teste de “3200m de Weltman”) para estimativa do consumo máximo de oxigênio e capacidade aeróbica.

3. MÉTODOS

3.1 - Amostra

A amostra do presente estudo é composta por 71 atletas de futebol, do sexo masculino, de uma equipe da primeira divisão do estado de Minas Gerais, que mantêm treinamentos regulares e participação em competições reconhecidas pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF). Os jogadores possuíam no mínimo 5 anos de experiência com o futebol e com treinamento sistematizado em clubes e, grande parte destes, já faziam parte da categoria de base do clube em questão. Os atletas foram distribuídos dentro de três categorias: juvenil, júnior e profissional. Para a coleta dos dados antropométricos foram utilizados uma balança (Filizola, São Paulo, Brasil) (massa corporal) e um estadiômetro (modelo Standard, Sanny, São Paulo, Brasil) (altura). Na tabela 1 estão listados alguns dados relativos à amostra.

Tabela 1: Dados relativos ao treinamento e valores antropométricos da amostra.

	Juvenil	Júnior	Profissional
n	28	16	27
Idade	16.8 ± 0.8 anos	18.7 ± 0.7	24.6 ± 3.2
Altura	171 ± 3.4 cm	178 ± 2.0	177 ± 3.2
Massa corporal	66.7 ± 2.7 kg	71.1 ± 2.5	73.1 ± 2.0
NJPT	entre 30 e 40 jogos	entre 35 e 45	entre 55 e 65
SST	6-8 sessões	6-8	5-8

NJPT: Número de jogos por temporada; SST: Sessões semanais de treinamento

Os atletas de cada categoria participaram voluntariamente do estudo, sendo que a realização dos testes fez parte da programação de treinamentos das

categorias avaliadas. Por isso, a declaração de consentimento foi verbal. Não participaram da avaliação atletas lesionados ou retornando de tratamento.

3.2 - Procedimentos

A capacidade aeróbia foi estimada pelo teste de 3200 m de Weltman, sendo que os atletas foram recomendados a terminar o percurso proposto o mais rápido possível, tentando manter uma velocidade constante durante todo o teste. O teste foi realizado em uma pista demarcada com cones de plástico sobre um campo de grama, totalizando um percurso de 330 metros, no horário entre 16:00 e 17:00. Para a realização do teste, os atletas utilizaram tênis de corrida. Respeitou-se no mínimo 24 horas de repouso completo antes da realização de cada teste. O tempo obtido durante o percurso foi registrado através de um cronômetro digital. A frequência cardíaca também foi registrada através de um cardiofrequencímetro Polar Advantage (Finlândia), imediatamente após o término do exercício.

3.3 – Estatística

Os resultados obtidos são apresentados em média e desvio padrão. Utilizou-se a análise de variância ANOVA one-way para comparação dos dados ventilatórios e frequência cardíaca entre os diferentes grupos. O nível de significância foi de $p < 0.05$. Para análise dos dados coletados usou-se a fórmula: $VO_{2max} (ml.kg.min) = 118,4 - 4,774 (T)$ onde: T = tempo em minutos e fração decimal dos 3.200m.

4. RESULTADOS

Os dados coletados são apresentados nas tabelas 2 e 3 em que se expressam as medidas descritivas das médias de VO2 max relativo e frequência cardíaca dentro do teste aplicado. A subdivisão das categorias também é expressa nas tabelas.

Verifica-se nos resultados que, os valores médios de VO2 max obtidos pelo teste de “3200 de Weltman”, dentro de cada uma das categorias (Juvenil, Júnior e Profissional), não apresentam diferenças significativas entre si. Verifica-se também que os valores médios da frequência cardíaca, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 2: Média dos valores descritivos do VO2 max (Teste “3200 de Weltman”) segundo categoria.

Categorias:	Juvenil	Júnior	Profissional
VO2 max (ml.kg-1.min-1)	56,8	55,3	56,4
Desvio Padrão	4,5	2,3	3,2

Tabela 3: Média dos valores descritivos da Frequência Cardíaca final, segundo categoria.

Categorias:	Juvenil	Júnior	Profissional
FCM (bpm)	193,2	194,5	191,6
Desvio Padrão	12,1	7,6	9,03

5. DISCUSSÃO

No presente estudo não houve diferença estatística entre as categorias juvenil, júnior e profissional, quando comparado o VO₂ max relativo realizado pelo teste de “3200 de Weltman”. Também não houve diferença significativa na frequência cardíaca obtida após o teste, apesar da diferença de idade entre os participantes nas 3 categorias analisadas.

Considerando-se aspectos estritamente maturacionais, não se esperava realmente uma evolução (melhora) do VO₂max relativo, diante do que é indicado pela literatura (o relativo não melhora, apesar de o absoluto melhorar, devido a diferenças de massa corporal e massa muscular). Entretanto, deve-se considerar que existe uma grande diferença entre as categorias, no que diz respeito ao tempo de prática da modalidade em nível competitivo (juvenil = 5 anos, júnior = 7 anos, profissional = 12 anos). Esperava-se, então, que a evolução do nível de prática e da exigência competitiva entre as categorias elevasse o nível de solicitação de todas as qualidades físicas dos atletas, inclusive da capacidade aeróbia.

Tal relação pode ser explicada pelo decréscimo de até 5 ml/Kg/min dos níveis de VO₂ max relativo, do início da puberdade até a fase adulta (Malina e Bouchard, 1991), que possivelmente é compensado com altas cargas de treinamento nas categorias subseqüentes, induzindo assim a um nível semelhante de VO₂ max relativo independente da idade e categoria.

Não existem métodos definidos para uma avaliação genérica da carga global de treinamento entre as categorias, durante todos os anos de prática, assim como o número de jogos realizados por ano também varia consideravelmente entre os indivíduos de cada categoria, dependendo de sua origem, não podendo ser, portanto, facilmente abordado e quantificado. Não existem, ainda, dados disponíveis quanto à distancia percorrida e intensidade de jogo nesse nível de desempenho para as categorias aqui estudadas e que permita uma comparação entre estas.

Vários métodos de mensuração do consumo máximo de oxigênio estão disponíveis na literatura atual. No entanto utilizou-se o teste de “3200m de Weltman”, pelo fato de que, o clube onde se coletou os dados vem, historicamente aderindo o teste em questão.

Em estudo realizado por De Lima et al. (2005) utilizando o mesmo teste de “3200” com atletas de futsal e faixa etária média de 19 anos, encontrou-se valores relativos de VO₂ bem próximos ao do estudo em questão (média de 58 ml/kg/min), o que justifica a pesquisa realizada, pois apesar de serem esportes diferentes, apresentam demandas fisiológicas semelhantes. E quando comparado com o teste direto, encontraram moderada correlação ($r = 0,72$), mostrando que o teste de 3200 de Weltman pode ser válido para a determinação do VO₂ max de futebolistas, apesar de algumas limitações.

Corroborando com os dados do presente estudo, Suza (2002) também encontrou dados semelhantes quando analisou atletas de futebol de campo da mesma faixa etária.

Entretanto, o método de determinação da Capacidade Aeróbia de “3200m” estabelecido por Weltman, apresenta alta correlação quando aplicado em atletas corredores de fundo com alto índice competitivo, permitindo assim sua utilização em amostras com esse tipo de características (Novaes e Vianna, 1998; Zarate et al., 1991).

Segundo Zarate et al. (1991), “a aplicação de provas de campo para cálculo de VO₂ max, deve ser previamente validada afim de estabelecer confiabilidade e sensibilidade na amostra em que se vai aplicar o teste”.

Com tudo isso o principal problema e limitação do estudo pode ser atribuído à não similaridade do teste com a atividade que o atleta praticava, ou seja, a utilização de um teste de campo indireto de VO₂ max não específico para o futebol. Sendo assim o teste aplicado pode não ter reproduzido com grande eficácia as características motoras e fisiológicas específicas do esporte.

A falta de estudos e referencial teórico envolvendo a evolução da capacidade aeróbia em jogadores de futebol com testes indiretos, principalmente o teste de 3200m utilizado pelo trabalho em questão, propiciará futuras pesquisas nessa área.

Aplicar um teste sensível e validado nesse tipo de amostra será uma grande evolução científica no que se refere ao desenvolvimento e aprimoramento da capacidade aeróbia nessa modalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCENSÃO, A. **Averiguação da existência de um estado de equilíbrio máximo de lactato em jovens praticantes de atletismo do sexo masculino.** Dissertação de mestrado. FCDEF - UP, 1999.

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

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. **Tratado de fisiologia do exercício**, 2ª Ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

BANGSBO, J. **The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise.** Acta Physiol Scand Suppl, v.619, p.1-155. 1994.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. **Demandas físicas y energéticas del entrenamiento y de la competencia en el jugador de fútbol de elite.** Journal of Sports Sciences, v.24, p. 665-674, 2006.

BAR-OR, O. **Disease-specific Benefits of Training in the child with a Chronic Disease: What is the Evidence?** Pediatric Exercise Sciences, n.2, p.299-312, 1990.

BAR-OR, O. **Special considerations of exercise in children and adolescents.** Curr Concepts Nutr, 15, 105-116, 1986.

BAR-OR, O. **Trainability of the prepubescent child.** The Physician and Sports Medicine, v.17, n.5, p.65-82, 1989.

BERTHON, P.; FELLMANN, N. **General review of maximal aerobic velocity measurement at laboratory. Proposition of a new simplified protocol for maximal aerobic velocity assessment.** J Sports Med Phys Fitness, v.42, n.3, Sep, p.257-66. 2002.

CAPUTO, F.; DE LUCAS, D. R.; MANCINI, E.; DENADAI, S. B. **Comparação de diferentes índices obtidos em testes de campo para predição da performance aeróbia de curta duração no ciclismo.** Rev. Bras. Ciên. e Mov. Brasília v. 9 n. 4 p. 13. 2001.

CHAMARI, K. et al. **Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players.** British Journal of Sports Medicine. v. 39, n.2, p. 97-101, 2005.

DE LIMA, A. M. J.; SILVA, D. V. G.; DE SOUZA, A. O. S. **Correlação entre as medidas direta e indireta do VO2max em atletas de futsal.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 11, Nº 3 – Mai/Jun, 2005.

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

DI SALVO, V. et al. **Performance characteristics according to playing position in elite soccer.** Int J Sports Med, v.28, n.3, Mar, p.222-7. 2007.

ERIKSSON, B. O.; GOLLNICK, P. D.; SALTIN, B. **Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old.** Acta Paediatr Scand 1973;87:485-97.

GARRET, W.E.; KIRKENDALL, D.T. **A ciência do exercício e dos esportes.** Porto Alegre. Ed. Artmed: 48:804-812, 2003.

GHORAYEB, N.; BARROS NETO, T. **O Exercício, Preparação Fisiológica, Avaliação Médica, Aspectos Especiais e Preventivos.** São Paulo – SP. Atheneu., 1999.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes.** São Paulo: C.L.R. Balieiro, 1997.

GUERRA, I.; SOARES, E. A.; BURINI, R. C. **Aspectos nutricionais do futebol de competição.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 7, Nº 6 – Nov/Dez, 2001.

GUTMAN, E.; HANZLIKOVÁ, V.; LOJDAZ, Z. **Effect of androgen on histochemical fiber type.** Histochemie 1973;24:287-91.

JONES, M.; HITCHEN, P.; STRATTON, G. **The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years.** Annals of Human Biology, 27:1:57-65. 2000.

KISS, M. A. P. D. M. **Esporte e exercício- Avaliação e prescrição**. São Paulo: Roca. 2003.

KOBAYASHI, K. et al. **Aerobic power as related to body growth and training in japanese boys: a longitudinal study**. Journal of Applied Physiology: Respiratory Environment Exercise Physiology, v.44, n.5, p.666- 72, 1978.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; ELLINGSGAARD, H.; BANGSBO, J. **Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status**. Med Sci Sports Exerc, v.37, n.7, Jul, p.1242-8. 2005.

LAZZOLI, K. J. et al. **Atividade física e saúde na infância e adolescência**. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 4, Nº 4 – Jul/Ago, 1998.

LÉGER, L. et al. **Capacité aérobie des Québécois de 6 à 17 ans- test navette de 20 mètres avec paliers de 1 minute**. Canadian Journal of Applied Sport Sciences – Canadian Association of Sports Sciences, v.9, n.2, Ontário: Jun, p. 64-69, 1984.

LOPES, V. P.; MAIA, J. A. R. **Períodos críticos ou sensíveis: revisitar um tema polêmico à luz da investigação empírica**. Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, 14(2):128-40, jul./dez. 2000.

MALINA, R. **Physical Activity, Growth, and Functional Capacity**. In Johnston F, Roche A, Susanne C (eds.). Human Physical Growth and Maturation. New York: Plenum Press, 303-327. 1980.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. **Growth, maturation and physical activity**. Champaign (IL): Human Kinetics. 1991.

MCMURRAY, R.G.; HARREL, J.S.; BRADLEY, C.B.; DENG, S.; BANGDIWABA, S.I. **Predicted maximal aerobic power in youth is related to age, gender, and ethnicity**. Med Sci Sports Exerc 34(1):145-151. 2002.

NOVAES, J. S; VIANNA, J. M. **Personal training e condicionamento físico em academia**. Rio de Janeiro: Shape, 1998.

OKANO, A. H. et al. **Comparação entre limiar anaeróbio determinado por variáveis ventilatórias e pela resposta do lactato sanguíneo em ciclistas**. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 12, Nº 1 – Jan/Fev, 2006.

PIMENTA, F. R. P. **Avaliação da Potência Aeróbia no Futebol**. São Paulo: [s.n.], 2007.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 3 ed. São Paulo, Manole, 2000.

PRADO, W. L. et al. **Anthropometric profile and macronutrient intake in professional Brazilian soccer players according to their fields positioning**. Rev Bras Med Esporte. v.12, n. 2, p. 52 – 55, 2006.

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

RONDON, M. U. P. B. et al. **Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseado na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica**. Arquivo Brasileiro de Cardiologia. v. 70, n. 3, p. 159-166, 1998.

SANTOS, P.; SANTOS, J. **Investigação aplicada em atletismo – Um contributo da FCDEF.UP para o desenvolvimento do meio-fundo e fundo**. FCDEF - UP: 119-37. 2002

SERRA, S. **Considerações sobre ergoespirometria**. Arq Bras Cardiol. 1997;68:301- 4.

SILVA, M.F.; MATSUDO, V. K. R.; TARAPANOFF, A. M. P. A. **Determinação do consumo de oxigênio para massa: predição pela forma indireta e pela frequência cardíaca de recuperação**. Celafiscs – 10 Anos de Contribuição as Ciencias do Esporte, 1ª edição, Celafiscs, São Caetano do Sul. 1986.

SILVA, P.R.S.; ROMANO, A.; YAZBEK, JR. P.; CORDEIRO, J.R.; BATTISTELLA, L.R. **Ergoespirometria computadorizada ou calorimetria indireta: um método não invasivo de crescente valorização na avaliação cardiorrespiratória ao exercício**. Rev Bras Med Esporte. 1998;4:147-58.

SILVA, R. J. S.; PETROSKI E. L. **Consumo máximo de oxigênio e estágio de maturação sexual de crianças e adolescentes**. Revista de Desporto e Saúde da Fundação Técnica e Científica do Desporto, p. 13-19. 2007.

SMOCLAKA, V. N. **Cardiovascular aspects of soccer.** The physician and sportsmedicine; 6:66-70, 1978.

SOUZA, A. O. S. **Correlação entre os testes de 3.200m e 2.400m na determinação do VO₂max de atletas de futebol, categoria infanto-juvenil.** Recife: UFPE, 2002. 27p. Monografia [Conclusão de Curso – Educação Física] – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

STANGANELLI, L.C.R. **Mudanças no VO₂máx e limiar anaeróbico em crianças pré-púberes ocorridas após treinamento de resistência aeróbia.** Festur, v.3, n.2, p.42-5, 1991.

TAYLOR, W.; BARANOWSKI, P. **Physical Activity, Cardiovascular Fitness, and Adiposity in Children.** Research Quarterly for Exercise and Sport, june, p.157-62, 1991.

TOMLIN, D. L.; H. A. WENGER. **The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise.** Sports Med, v.31, n.1, p.1-11. 2001.

TOURINHO FILHO, H.; TOURINHO, L. S. P. R. **Crianças, adolescentes e atividade física: aspectos maturacionais e funcionais.** Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, 12(1): 71-84, jan./jun. 1999.

TUBINO, M. J. G. **Metodologia científica do treinamento desportivo.** São Paulo, Ibrasa, 1984.

WELTMAN, J. et al. **Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m time trial running performance in untrained females.** Int J Sports Med 1989;10:207-11.

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

WILLIAMS, J. R.; ARMSTRONG, N. **Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children.** Pediatr Exerc Sci 1991; 3:333-41.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2 ed. São Paulo, Manole, 2001.

ZARATE, R. C.; ISAZA, F. M.; VALBUENA, L. H. **Validacion de un test de carrera sobre 3200 m. para la determinacion del consumo maximo de oxigeno y de las fracciones aerobica-anaerobicas a concentraciones definidas de lactato plasmatico em corredores de fondo.** Educación Física Y Deporte, Vol. 13 Nos. 1-2 Medellín, Enero-Diciembre 1991.