

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

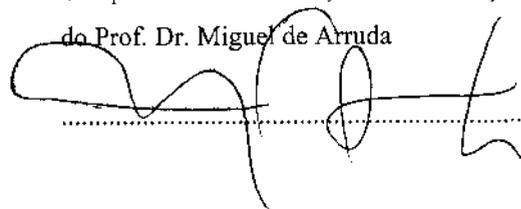
VELOCIDADE DE CORRIDA NO LIMAR ANAERÓBIO EM JOVENS
FUTEBOLISTAS DA CATEGORIA JUVENIL

MAURÍCIO JOSÉ MARQUES
CAMPINAS – SP
2001

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**VELOCIDADE DE CORRIDA NO LIMAR ANAERÓBIO EM JOVENS
FUTEBOLISTAS DA CATEGORIA JUVENIL**

Monografia apresentada com exigência parcial para obtenção do título de bacharel em treinamento em esportes, à disciplina MH-620 seminário de monografia II, oferecida pela faculdade de educação física da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, sob a orientação do Prof. Dr. Miguel de Arruda

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maurício José Marques', is written over a horizontal dotted line.

**MAURÍCIO JOSÉ MARQUES
CAMPINAS – SP
2001**

DEDICATÓRIA



Dedico este trabalho a minha família, pois foram as pessoas que sempre estiveram torcendo por mim, nunca deixaram de me apoiar em nenhuma decisão, e sempre acreditaram no meu trabalho. Sem vocês eu nunca conseguiria alcançar mais essa meta na minha vida. Obrigado ao meu pai Laurindo, minha mãe Maria Ap. e aos meus irmãos André e Adriana, vocês que sempre me ampararam nos momentos de dificuldade. Cada conquista que tenho devo a vocês.

AGRADECIMENTOS

- Aos professores da Faculdade de Educação Física da UNICAMP que além de contribuírem na minha formação profissional, procuraram glorificar a verdadeira função do professor que é educar. Agradeço cada momento que passamos juntos e a oportunidade de, ao longo desses cinco anos, aprender com a sabedoria de vocês.
- Aos professores, Cesar, Orival e Mariângela, foi uma grande satisfação, poder conviver e aprender com vocês.
- Aos atletas que participaram da pesquisa, sem vocês, esse trabalho não aconteceria.
- A todos os colegas da FEF , fomos uma grande turma ao longo desses cinco anos:

Não dá para lembrar o nome de todo mundo, mas espero que possamos ser amigos para sempre, Marçura, Leandrino, “Leitão valeu a força você foi dez”, Maurício Paiva, Camilo, João Guilherme, Marlus, Fabíola, Rubens, Alexandre, Tarcísio, Fernando Velloso, Fred, Zé Roberto, Henrique, Marcão, Milton, Luciana, Lucimara, Juliano, Gazeta, Daniel, Marcio Mó, Ricardos, Paulão, Marília, Nico, Carol, Ligias, Vicky, Fábio, Berna, Tulu, Lucas, Tocotó, Mallet, Mineiro, Renato, Sergio, Bichinho, Gavini, a todos da casa dos dez, a todos da casa dos manos, Taícia, Ellen, Rossana, Paula, Tânia, Ciro, Ana Paola, Milagros, Belém, Andréa, a todos 97N, Cíntia, Rita, Chicão, Basílio, Herme e a todos 96N, a todos 98N, a todos 98D, um abraço para Taiguara, Rafael, Marinho e a todos 99N, Fernando e todos 99D, Elaine, Gustavo, Eduardo, Adriano e todos 00N, Michele, Mairas, Natacha, Rafaele, Alan, Marcãos, Rafael e a todos 00D, Fábio, Zé Vitor, Heber e a todos 01N, Hans, Rafaela, Cíntia e a todos 01D.

- Agradeço pela paciência aos meus primeiros treinadores de atletismo e amigos Enrico e Fernando, muito do que sei sobre métodos de treino aprendi com vocês, o atletismo é a base de tudo, um abraço também para Thiago, Chioda , Evandro, e a todos da equipe.

EM ESPECIAL

Leonardo Gonçalves da Silva Neto, talvez nunca possa retribuir o que você fez por mim, nestes anos de 2000 e 2001, mas espero que daqui para frente possa contribuir um pouco mais para o nosso trabalho.

EM ESPECIAL

A cinco anos conheci uma pessoa que me fez acreditar que meu sonho poderia se tornar realidade, essa pessoa olhou por mim quando mais precisei, mas por enquanto só posso dizer “OBRIGADO”.

Prof. Dr. Miguel de Arruda

RESUMO

Este projeto teve como objetivo a investigação do efeito do treinamento físico no comportamento da composição corporal, potência aeróbia (PA), potência anaeróbia (PAn) e da velocidade de corrida no limiar anaeróbio de jovens futebolistas durante o período de 24 semanas, levando em consideração o nível de maturação sexual. A amostra foi composta por 14 jovens futebolistas da categoria juvenil da Associação Atlética Ponte Preta de Campinas, equipe que disputa o campeonato paulista sub 17. Esses atletas foram submetidos a testes motores de campo no intuito de mensurar a potência aeróbia (PA) e potência anaeróbia (PAn). Os componentes da composição corporal foram determinados pelas equações preditivas propostas por Slaughter et al (1988), assim como a velocidade do limiar anaeróbio (VC_L) foi determinada pela equação preditiva proposta por Tanaka (1986). O nível de maturação sexual foi estabelecido através da técnica de auto-avaliação, validada por Matsudo, Matsudo (1991). A coleta de dados foi realizada em três momentos distintos, com um espaçamento de exatamente 12 semanas entre uma avaliação e a outra subsequente. As avaliações do estágio de maturação sexual, assim como as medidas antropométricas, foram realizadas no próprio clube de futebol e os testes motores de campo de potência aeróbia (PA) e anaeróbia (PAn), foram realizados na pista de atletismo da Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Dos resultados encontrados nas coletas de dados pode-se concluir que houve um aumento

significativo na idade cronológica (IC), estatura (EST), massa corporal (MC) e massa corporal magra (MGM) entre os momentos de avaliação. Dentre as medidas antropométricas relacionadas com a gordura corporal (dobra cutânea tricipital (TR), dobra cutânea subescapular (SB), somatório das dobras cutâneas tricipital e subescapular (Σ TR+SB), percentual de gordura corporal (%G) e massa de gordura(MG)), todas apresentaram uma diminuição em seus valores da primeira para a última avaliação, porém, este dado não foi significativo. Nos testes motores a mensuração de potência anaeróbia (Pan) apresentou uma melhora significativa, da primeira para a segunda avaliação, da primeira para a terceira avaliação, e da segunda para a terceira avaliação. No entanto a avaliação de potência aeróbia (PA) e a velocidade de corrida no limiar anaeróbio estimado (VC_L), não apresentaram melhora significativa em nenhum momento do estudo. Ao final do estudo concluiu-se que após 24 semanas de treinamento no futebol e mudanças maturacionais do grupo amostral, houveram aumentos significativos da MC, MCM, Pan, enquanto que no restante das variáveis houve uma estabilização dos seus valores médios.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
1.1	OBJETIVOS DO ESTUDO	05
1.2	JUSTIFICATIVA	05
2	REVISÃO DE LITERATURA	06
2.1	CRESCIMENTO	06
2.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL	09
2.3	MATURAÇÃO	16
2.4	DESENVOLVIMENTO AERÓBIO	24
2.5	DESENVOLVIMENTO ANAERÓBIO	36
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	50
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	55
6	CONCLUSÃO	58
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

Observa-se um crescente interesse da população jovem pelo esporte competitivo no Brasil, isso se deve às possibilidades de ascensão social que ele pode proporcionar aos que conseguem certo destaque no meio esportivo. Esta característica fica bem evidente no futebol, que é sem dúvidas, o esporte mais popular em nosso país.

Apesar de ser praticado intensamente no Brasil há muitos anos, ultimamente a prática do futebol ganha uma conformação diferente. Os campos de várzea, que eram utilizados antigamente em campeonatos entre bairros, perderam espaço para o futebol praticado em escolinhas e clubes de forma competitiva. Isto ocorreu devido à busca de um treinamento que pudesse proporcionar uma formação mais adequada aos futuros atletas. Certamente, esta prática proporciona um treinamento mais sistematizado, contudo, isso não quer dizer que o treinamento recebido por estes jovens esteja sendo aplicado de forma condizente com a vanguarda do esporte mundial. O número de estudos científicos envolvendo treinamento esportivo e a população adolescente vem crescendo, mas esse número ainda não é grande o bastante para que a produção de conhecimento seja suficiente sobre a população brasileira, no que diz respeito as variáveis do treinamento esportivo como força, velocidade, potência aeróbia, potência anaeróbia e mudanças na composição corporal decorrentes deste treinamento, e como essas variáveis se comportam em nossa população jovem especificamente. Acredita-se que dentre os principais pontos lacunares nessa discussão, o fato de alguns programas de treinamento induzirem adaptações morfológicas e funcionais na mesma direção do processo de crescimento e desenvolvimento merece um lugar de destaque. Além dessas

modificações morfológicas e funcionais, provocadas a princípio pela maturação biológica, serem tão maiores como aquelas adaptações resultantes de um programa de treinamento (Rowland, 1990; Guedes, Guedes, 1995).

Convém destacar que no caso deste estudo foram tratadas as adaptações referentes à composição corporal, aptidão aeróbia e anaeróbia por se entender a importância dessas variáveis no desempenho desportivo em adolescentes atletas.

Assim sendo, é imprescindível a realização de testes físicos que possam acompanhar o desenvolvimento dos componentes da composição corporal, da aptidão aeróbia e anaeróbia de adolescentes submetidos a um programa de treinamento específico, visto que no período da adolescência ocorrem profundas transformações biológicas que vão do estirão de crescimento passando por mudanças na composição corporal indo até o desenvolvimento dos sistemas circulatório, respiratório e muscular.

Ao se comparar o exercício físico realizado por um adolescente e um adulto deve-se sempre levar em consideração as diferenças existentes nos fatores de natureza morfo-constitucional (massa corpórea e estatura), sistemas cardio-circulatório e pulmonar, as características estruturais e funcionais do músculo esquelético, assim como as mudanças ocorridas na aptidão física com programas de treinamento avaliados durante o período de crescimento. Essas diferenças, como já foi dito anteriormente, residem no fato do adolescente estar na fase de maturação biológica, enquanto que o adulto já se encontra maduro e seu organismo já não passa por tais modificações. Bar-or (1983) baseado em estudo que compara o consumo máximo de oxigênio de adolescentes em diferentes idades e com a mesma massa corporal, coloca que o consumo máximo de oxigênio depende também da maturidade do indivíduo e não apenas da dimensão do seu corpo, uma das

explicações para que esse fato ocorra é a economia de corrida, pois este índice apresenta melhora com o aumento da idade (Daniels et. al. 1978). A capacidade anaeróbia também apresenta diferenças entre adolescentes e adultos, segundo estudos de Bar-or (1991) Apud Weineck (1999) a capacidade de desempenho anaeróbio de um jovem de 14 anos é de 65% a 70% (relativo ao peso corporal) da capacidade de desempenho de um adulto, isso ocorre porque o metabolismo anaeróbio, apresenta uma melhora na sua funcionabilidade com o avanço da idade, devido a um amadurecimento e a uma maior concentração das enzimas do metabolismo anaeróbio (Fosfofrutoquinase, Lactato-desidrogenase, fosforilase), portanto a capacidade anaeróbia apresenta uma melhora em função da idade e do crescimento. A capacidade anaeróbia, normalmente menor nos adolescentes, serve como um mecanismo de proteção contra um estado do metabolismo catabólico (degradação de glicogênio), poupando assim o limitado depósito de carboidrato dos adolescentes. Esses baixos estoques de carboidratos também são um dos motivos para que a concentração de lactato sangüíneo seja menor em adolescentes. A velocidade de corrida no limiar anaeróbio (VC_L) apresenta uma tendência a diminuir durante a adolescência (Tanaka, Shindo, 1985). Esse fato é contrário ao que se imagina inicialmente, já que o desempenho físico de crianças e adolescentes em provas de corrida de longa distância tende a aumentar com a idade. Mas uma das explicações para que isso ocorra é o fato de que nas crianças e adolescentes pré-púberes uma menor concentração de testosterona circulante possa proporcionar um maior percentual de fibras musculares oxidativas.

Por essas particularidades apresentadas pelas capacidades de desempenho físico nas crianças e adolescentes, provocadas inicialmente por diferenças morfoconstitucionais e funcionais, é que se torna necessário buscar padrões de

testes próprios para adolescentes, para avaliação dessas capacidades que irão relatar a verdade sobre a capacidade de desempenho físico dos adolescentes, e então fornecer informações mais precisas para que a formulação de programas de treinamento sejam realizadas de acordo com a realidade dos jovens atletas, e não adaptadas a partir de programas de treinamento idealizados para adultos.

Em suma, torna-se necessário estudos que busquem produzir informações sobre os efeitos provocados pelo treinamento dos possíveis efeitos provocados pelo processo de crescimento, desenvolvimento e maturação, na composição corporal, potência aeróbia (PA), potência anaeróbia (PAn) e a velocidade de corrida no limiar(VC_L), além de padrões de testes possam avaliar com fidedignidade esses efeitos nos jovens atletas.

1.1 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.1.1 Objetivo geral

- Investigar o efeito do treinamento na composição corporal, potência aeróbia (PA), potência anaeróbia (PAn) e a velocidade de corrida no limiar anaeróbio (VC_L) em jovens futebolistas da categoria juvenil ao longo de 24 semanas de treinamento, levando em consideração a maturação sexual.

1.1.2 Objetivo específico

- Verificar se existem diferenças nas variáveis estudadas entre os três momentos de avaliação.

1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Este trabalho se justifica basicamente pela necessidade de informações sobre a fisiologia do desenvolvimento das capacidades físicas de jovens futebolistas brasileiros, pela sua contribuição para a discussão sobre o efeito do treinamento em jovens futebolistas, e pela importância dessas informações na construção de programas de treinamento para jovens futebolistas brasileiros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CRESCIMENTO FÍSICO

2.1.1 *Definição*

Em estudos envolvendo população adolescente são de extrema importância a abordagem do tema do crescimento físico. No estudo do crescimento, inicialmente, procura-se observar o seu conceito, percebe-se que os conceitos de crescimento estão divididos em duas linhas gerais, uma que procura focalizar o tema de forma mais biológica, como por exemplo, Marcondes (1989) que coloca em sua definição que crescimento consiste numa multiplicação celular que é condicionada pela sensibilidade de órgãos efetores aos estímulos indutores do crescimento.

Ainda nessa mesma linha temos a definição de Malina (1991) que coloca que crescimento é um aumento no tamanho do corpo como um todo ou o tamanho atingido por partes específicas do corpo as mudanças no corpo são resultado de três processos celulares básicos:

-Hiperplasia- aumento no número de células.

-Hipertrofia- aumento no tamanho das células.

-Agregação- aumento na capacidade das substâncias intercelulares em agregar as células.

Para Kalberg, Taranger (1976), o crescimento corresponde as alterações físicas nas dimensões do corpo como um todo ou de partes específicas em relação ao fator tempo.

Numa outra linha que aborda o tema de forma mais abrangente, e que leva em consideração os fatores que interferem no crescimento físico humano, como, por

exemplo, o ambiente, insere-se a colocação de Malina (1967) que afirma que o potencial para o crescimento é determinado geneticamente, porém o ótimo crescimento depende da coordenação dos fatores genéticos e fatores ambientais à que o indivíduo é exposto. O ambiente, na opinião do autor, pode ser classificado como todo estímulo que o organismo em crescimento recebe, como condições climáticas, higiene, nutrição, afeto familiar, atividade física e acesso a cuidados médicos.

2.1.2 Estudo do crescimento

O acompanhamento do crescimento auxilia no processo de seleção e detecção de talentos, além de ter se tornado um ótimo instrumento de aferição das condições de saúde de uma população, pois contribui para ajudar no diagnóstico de deficiências nutricionais, principalmente com relação à desnutrição protéico-calórica (Bergman, Goracy, 1984).

Segundo Guedes (1995), a Organização Mundial de Saúde tem recomendado como indicadores referenciais do crescimento os padrões do NCHS (National Center of Health Statistics), por entender que : a) os resultados dizem respeito a uma população sadia e bem nutrida; b) as amostras apresentaram tamanho adequado e elevado índice de representatividade em relação à população americana; c) as medidas foram realizadas obedecendo-se rigorosamente aos padrões desejados com equipamentos adequados e controle de qualidade em relação às medidas durante todo o transcurso do estudo.

Porém, a Organização Mundial de Saúde vem enfatizando a necessidade da realização de estudos sobre os níveis de crescimento em populações de países em desenvolvimento porque há uma utilização indiscriminada dos referenciais produzidos pelos estudos do NCHS, e estes têm provocado grande polêmica em

razão dos aspectos étnicos, e das eventuais diferenças genéticas das populações de cada país.

Há consenso que para o crescimento físico humano desenrolar-se dentro dos padrões de normalidade, aproveitando todo o potencial genético, é necessário que se tenha um aporte protéico-calórico mínimo, assim como a isenção de doenças que guardam estreita relação as condições de higiene e cuidados médicos. Mas, no entanto, mesmo quando as condições ambientais são desfavoráveis o processo de crescimento humano ainda pode beirar os padrões de normalidade pela compensação desse período de dificuldade em que o crescimento foi lento ou estagnado, por um período de crescimento acelerado que ocorre quando as condições ambientais são normalizadas, não prejudicando assim a estatura final do indivíduo, caso esse período de dificuldades não seja muito extenso ou de condições extremas.

2.1.3 Crescimento e treinamento

Com a mensuração das variáveis antropométricas, relacionadas ao crescimento somático, e associadas ao controle e avaliação da atividade física, podemos começar a estabelecer relações entre a atividade física e o crescimento em crianças e adolescentes, mas isso deve ser feito com reservas pois ainda não podemos oferecer respostas precisas quando no avanço do rendimento físico em adolescentes, já que segundo Guedes (1997) na adolescência os programas de atividade física podem induzir modificações morfológicas e funcionais na mesma direção do processo de crescimento e desenvolvimento.

Analisando a relação entre o crescimento físico e atividade física na adolescência, podemos observar duas tendências, uma de estudos mais antigos que parecem indicar que a atividade física pode atuar positiva ou negativamente na

estatura final (Adams, 1938; Kato, Ishiko, 1966; Astrand, 1963; Daniels, Oldrige, 1971), e outra que indica que a atividade física não tem influência nos parâmetros de crescimento de crianças e adolescentes, a não ser quando condições extremas de sobrecarga de treinamento são aplicadas, ou quando do quadro de desnutrição severa (Shephard, 1980; Mirwald, 1981; Coonan, 1982; Parizkova, 1982).

Nos parece mais lógico levar em consideração os estudos mais recentes, já que os estudos mais antigos são apontados por Guedes (1997) como pesquisas que apresentam alguns equívocos metodológicos, principalmente no que diz respeito ao controle da maturação sexual. Apesar da maioria das pesquisas mais recentes não apresentarem resultados próximos uns dos outros, já parece claro que não existem evidências concretas de que a atividade física apresente um efeito positivo na estatura final de crianças e adolescentes, mas, no entanto, também é evidente que programas de atividade física conduzidos ao extremo associados ou não a casos de severa carência protéico-calórica podem provocar prejuízos ao crescimento do comprimento dos ossos, e conseqüentemente à estatura final da criança.

2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

2.2.1 Definição

Segundo Guedes (1997) considerarmos a análise da composição corporal como o fracionamento do peso corporal em seus diferentes componentes como gordura, músculo, osso, órgãos e outros tecidos de menor proporção, a análise da composição corporal tornou-se um dos procedimentos mais importantes no estudo das características morfológicas que caracterizam o ser humano. Os estudos abordando a composição corporal principalmente na área da educação física, fazem-

se necessários pela carência de informações com relação aos efeitos morfológicos e funcionais conseguidos com o treinamento físico e, se realmente, essas mudanças estabeleceram relação com a capacidade funcional do indivíduo.

A avaliação da composição corporal é de grande importância para os que pesquisam a ciência do esporte, pois através da análise da composição corporal podemos quantificar, a gordura, músculo, osso e víscera além de traçar padrões individuais ou de grupos em relação a algumas modalidades esportivas (Lopes, Pires Neto, 1996). O problema encontrado na avaliação da composição corporal de crianças e adolescentes é quando da aplicação de padrões e equações idealizadas para adultos em avaliação da composição corporal nos mais jovens. Isto incorre em erro, pois crianças e adolescentes possuem uma imaturidade química e seus componentes corporais são quantitativamente diferentes, exigindo tratamentos diferenciados em relação aos critérios assumidos para os adultos (Lohman et al. 1986).

2.2.2 Estudo da composição corporal

Basicamente o estudo da composição corporal é realizado de duas formas, através de métodos laboratoriais (Densimetria, Hidrometria, Espectrometria de raios gama, Ultra-sonografia, os raios x, tomografia axial computadorizada, excreção de creatinina, a impedância bioelétrica, a condutividade elétrica total do corpo (Tobec), a interactância de raios infravermelhos, a absorção de fótons e a ressonância nuclear magnética), e através da antropometria tradicional realizada através de medições das dimensões corporais onde podemos mensurar diretamente tamanho corporal, altura tronco-cefálica, tamanho de membros inferiores, peso corporal, perímetros de segmentos corporais, diâmetros ósseos. Na antropometria tradicional podemos também realizar medidas indiretas como, por exemplo, as

espessuras de dobras cutâneas. Todas essas medidas antropométricas devem ser realizadas com instrumentos específicos, procedimentos rigorosamente padronizados e, preferencialmente, determinados dentro de erros de medidas conhecidas.

No estudo da composição corporal um dos pontos de maior apreciação dos pesquisadores da área é a discussão sobre a gordura corporal, seja pela preocupação com o lado estético, que tem um apelo muito forte na área da educação física, ou pela influência que a gordura corporal possa ter no desempenho atlético seja de forma positiva ou negativa. Segundo Guedes (1997) com base na estreita relação existente entre valores de densidade corporal, quantidade de potássio e água corporal, e combinações de medidas de espessuras de dobras cutâneas, análises de regressão têm sido extensivamente empregadas na tentativa de derivar equações com função de prever quantidades de gordura corporal total a partir de estimativas quanto à gordura subcutânea.

No que diz respeito a gordura corporal em crianças e adolescentes não temos um grande número de estudos propondo equações para prever parâmetros da composição corporal como vem ocorrendo na população adulta, isso torna-se um problema a partir do momento que observamos em vários segmentos da educação física a utilização de equações preditas para adultos na população de crianças e adolescentes. Pois, como mostram os estudos de Durmin, Rahaman (1967) ao comparar as espessuras de dobras cutâneas e os valores de densidade corporal de moças e rapazes entre 12 e 16 anos de idade com adultos de ambos os sexos de 18 a 34 anos, para uma mesma somatória de quatro dobras cutâneas, por exemplo 40 mm, foram observados valores correspondentes a densidade corporal de 1.060, 1.050, 1043 e 1042 g.m.l⁻¹ em rapazes, homens, moças e mulheres

respectivamente. Isso corrobora as colocações de Slaughter (1984) de que apesar do conteúdo de água, proteínas e minerais, além de tecido adiposo essencial, manterem-se razoavelmente constantes em pessoas adultas, todos esses constituintes sofrem profundas variações nos períodos críticos de maturação.

2.2.3 Composição corporal e treinamento

É evidente os efeitos do treinamento físico sobre a composição corporal, principalmente sobre a massa corporal magra (MGM) e o percentual de gordura corporal (G%). Os programas de treinamento físico têm o poder de provocar alterações na composição corporal conforme o seu direcionamento e objetivo, alterações estas que são induzidas dependendo da fonte energética principal envolvida na atividade, pela frequência em que é trabalhada, e pelos efeitos anabólicos de alguns tipos de treino. As diferentes vias metabólicas trabalhadas no treinamento físico inferem diferentemente sobre as respostas do nosso corpo no que diz respeito a mudança na composição corporal.

O treinamento que visa, principalmente, o aprimoramento da capacidade e ou potência aeróbia, em geral, tem as mesmas características, e se desenvolve em atividades de baixa intensidade e longa duração, o que nos permite dizer que, nessas condições, o aporte de oxigênio é suficiente para garantir a obtenção de energia através do metabolismo aeróbio (oxidação dos ácidos graxos), e portanto o principal substrato energético mobilizado para o funcionamento de tal via metabólica é a reserva de ácidos graxos presentes em nossa gordura corporal. Dessa forma, vincula-se a diminuição no percentual de gordura corporal ao treinamento da capacidade e ou potência aeróbia.

.O treinamento que enfoca, principalmente, atividades de força e ou resistência muscular localizada, em geral, desenvolve-se em atividades com

sobrecarga. Essa sobrecarga pode ser o próprio corpo ou pode ser colocada em implementos, visando o aumento da força de forma direcionada a aumentar o rendimento em algumas modalidades esportivas ou somente para fins estéticos. No que diz respeito aos estímulos dados pelo treinamento de força parece não existir dúvidas quanto as modificações morfológicas e bioquímicas decorrentes da resposta ao treinamento de tal capacidade, o treinamento de força provoca a hipertrofia nos grupos musculares envolvidos com a atividade, enfatizando o conceito da especificidade do exercício físico, porém o nível de hipertrofia deverá variar em função da intensidade do estímulo (Bailey, Malina, Mirwald, 1986), o processo de hipertrofia deverá ser acompanhado por um aumento nas substâncias contráteis (Helander, 1961), nas miofibrilas (Goldspink, 1964) e nas atividades enzimáticas (Holloszy, 1987), resultando em um maior desenvolvimento da resistência e a força muscular. E conseqüentemente aumentando a proporção de massa magra na composição corporal.

Apesar de se ter abordado aqui as mudanças na composição corporal decorrentes do treinamento físico (mudanças na massa corporal magra e massa de gordura corporal), a maioria desses dados são obtidos em decorrência de estudos realizados com adultos, e portanto temos de ter reservas quando das afirmações de mudanças na composição corporal em adolescentes, pois estes ainda se encontram em processo de maturação biológica, o que pode interferir nas mudanças de composição corporal já que direta ou indiretamente pode influenciar o nível de atividade física voluntária e ou apetite dos adolescentes (Breekhoff 1986). Ou seja, as mudanças na composição corporal necessariamente não são provocadas exclusivamente pelo treinamento, sendo que fatores auxológicos, maturacionais e nutricionais podem contribuir para a ocorrência de tais mudanças .

Em estudo realizado por Parizkova (1982), em que foram acompanhados de forma longitudinal por 8 anos rapazes que participavam de diferentes programas de exercícios físicos, onde um grupo mais ativo participava de treinamento esportivo sistemático por várias horas semanais e o grupo menos ativo participava apenas das aulas de educação física oferecida na escolas, observou-se que a cada ano do experimento o percentual de massa magra dos jovens mais ativos aumentava em relação a massa corporal total, ao passo que nos jovens menos ativos o percentual de massa magra permaneceu inalterado em relação a massa corporal total. Na gordura corporal ocorreu o inverso, apesar de nos primeiros anos de experimento não se notar diferenças significativas entre os dois grupos, nos últimos anos do experimento o percentual de gordura corporal nos rapazes mais ativos foi bem mais baixo se comparado com o grupo de rapazes menos ativos. A quantidade de gordura corporal em valores absolutos nos rapazes mais ativos não se alterou apesar da grande modificação no peso corporal induzida por um aumento nos valores absolutos de massa magra. Ao passo que entre os rapazes menos ativos a quantidade de gordura corporal foi superior aos rapazes mais ativos. Com relação ao peso corporal nos vários anos do experimento este apresentou-se de forma similar em ambos os grupos, tendo as diferenças entre os grupos ficando somente por conta das proporções de massa corporal magra e na massa de gordura corporal.

Desse modo, considerando que os rapazes pertencentes a ambos os grupos não diferiram em termos de idade esquelética, sugerindo que as modificações nas proporções da composição corporal não podem ser atribuídas a diferentes estágios maturacionais, podemos indicar que programas de atividade mais intensos em crianças e adolescentes podem modificar os parâmetros da composição corporal por provocar um maior desenvolvimento da massa magra às custas de uma diminuição

na quantidade de gordura corporal com poucas alterações no peso corporal (Guedes, Guedes, 1995).

Em estudo de Von Döbeln, Eriksson (1972), foi observado significativas modificações na composição corporal de rapazes entre 11 e 13 anos de idade, após 16 semanas de treinamento com predominância de corridas de longa distância. O método utilizado para a determinação dos efeitos do programa de corrida de longa distância na composição corporal foi a determinação da quantidade de potássio K40 no organismo dos rapazes antes e depois do período de treinamento. Em média os rapazes apresentaram um ganho de 0.5 kg de peso corporal durante esse período, e aproximadamente 12gr a mais na quantidade de potássio, o que corresponde a um aumento por volta de 4kg de tecido muscular. Portanto, parece sensato admitir que, durante o período de treinamento, o 0.5kg a mais de peso corporal foi acompanhado por uma diminuição de mais de 3kg em termos de gordura corporal, sugerindo uma alteração bastante acentuada na proporção dos componentes de massa magra e massa de gordura para uma alteração menos importante com relação ao peso corporal total. Nesse estudo, apesar de Von Döbeln, Eriksson (1972) terem apresentado como resultado um aumento de peso corporal absoluto de 0.5kg e um aumento de aproximadamente 3kg de massa magra não podemos atribuir esses ganhos ao treinamento de corrida de longa distância. Parece mais sensato atribuir esses ganhos ao processo natural de crescimento, e então atribuir ao treinamento de corrida de longa distância a diminuição do percentual de gordura corporal.

Com relação à massa magra as mudanças estão mais relacionadas às alterações hormonais da adolescência do que aos estímulos dados com atividade física, principalmente em adolescentes pré-púberes e púberes. Nesses casos, o treinamento sistematizado provoca alterações no volume de massa magra não muito

significativos em relação à massa corporal total, se forem considerados os ganhos com o processo natural de crescimento, mesmo porque o efeito anabólico do exercício não é potencializado por níveis séricos de androgênios suficientes para um aumento significativo da massa magra, como acontece em jovens pós-púberes, observando-se nestes um bom aumento da massa magra em relação à massa corporal total com o treinamento direcionado para este fim.

2.3 MATURAÇÃO

2.3.1 Definição

Segundo Matusdo (1991) entende-se por maturação biológica o processo que leva a um completo estado de desenvolvimento morfológico, fisiológico e psicológico e que, necessariamente, tem controle genético e ambiental.

A maturação biológica também é definida por Marshall (1974) como todas aquelas mudanças morfológicas e fisiológicas que acontecem durante o crescimento devido a transformação das gônadas de um estado infantil a um adulto.

Maturação é o processo de tornar-se maduro, ou processo em direção ao estado maduro Malina (1991).

Para Kalberg, Taranger (1972) maturação é uma série de mudanças biológicas que ocorrem de forma ordenada direcionada a atingir o estado adulto, sem influência direta de estímulos externos conhecidos, porém os quais são pelo menos em parte resultado da interação do organismo e seu meio ambiente.

Embora este processo de amadurecimento possa estar associado ao crescimento somático das crianças e dos adolescentes, diferentemente do que ocorre com o crescimento, onde a característica principal é a hiperplasia e ou a

hipertrofia celular, além de um aumento de substâncias intracelulares, na maturação são envolvidos os processos de especialização e diferenciação celular Malina (1988).

No processo de maturação biológica, que é uma ocorrência biológica em todos os adolescentes, muitas vezes ocorrem variações individuais significativas, principalmente quanto a época em que o nível maturacional mais avançado é atingido. De tal modo, os indivíduos atingem a idade adulta madura biologicamente nos diferentes tecidos, mas porém podem apresentar diferentes níveis de crescimento. Quando se procura relacionar a maturidade biológica e o crescimento, encontra-se estreita relação entre maturação esquelética e a estatura, pois quanto mais avançado o nível de maturação esquelética mais próximo da estatura adulta se encontra o adolescente.

Devido a idade cronológica não ser um índice real e fidedigno de maturação, para qualquer profissional que atue com crianças e adolescentes, é de vital importância o conhecimento, além do crescimento das crianças (maturação somática) de um outro indicador de maturação que permite melhor classificação da criança dentro de seu desenvolvimento.

2.3.2 Avaliação da Maturação

No diz respeito a avaliação da maturação biológica segundo Guedes (1997) os indicadores mais comumente utilizados na avaliação da maturação biológica incluem:

- a) Idade de aparecimento das características sexuais secundárias – maturação sexual.
- b) Idade de alcance de diferentes proporções em relação à estatura adulta – maturação morfológica.

c) Idade de erupção dos dentes temporários e permanentes - maturação dental.

d) Idade de ossificação e fusões epifisiais – maturação esquelética.

Mas, no entanto, segundo Matsudo (1991) e Araújo (1985), para avaliar a maturação biológica podemos mensurar idade óssea ou esquelética, idade dental, idade sexual, idade neural, idade mental e a maturação somática.

A idade mental é determinada através da observação do desenvolvimento mental do indivíduo. O crescimento mental não é contínuo durante toda a vida. Até os 10 anos o crescimento se faz em uma velocidade acentuada, e no período de 10 a 20 anos esta velocidade sofre uma desaceleração. A idade mental é tida a partir do desempenho em testes de inteligência (Araújo 1985).

A idade neural e a idade neurológica são determinadas através de observação da maturação neuronal que ocorre na direção céfalocaudal e são medidas através de testes de reflexos (Araújo 1985).

A maturação somática, ou idade morfológica, é determinada através de medidas antropométricas e observação do crescimento e desenvolvimento dos diversos segmentos corporais, bem como o crescimento estatural e a evolução do peso (Araújo 1985).

A idade óssea, ou idade esquelética, é determinada através de radiografias que normalmente são realizadas na mão, punho e joelho para a observação de centros primários e secundários de ossificação.

A idade dental é determinada através da observação do crescimento dos diversos dentes. Utiliza-se para tanto técnicas radiográficas ou observação direta da irrupção dental.

A idade sexual ou maturação sexual é uma das formas mais difundidas de determinação de maturação biológica para os que trabalham diretamente com crianças, pela facilidade de sua determinação (frente a observação de características sexuais primárias e ou secundárias) e pelo baixo custo de sua realização, segundo Matsudo (1991) a determinação da maturação biológica através da determinação da maturação sexual é realizada através da observação de características sexuais secundárias seguindo as determinações de Tanner (1962).

Segundo Matsudo (1991) a melhor descrição e estudo das características sexuais secundárias é a descrita em 5 estágios por Tanner (1962), essa descrição nos permite realizar a avaliação da maturação sexual através da observação dos pêlos da região pubiana e do desenvolvimento genital externo no caso do sexo masculino. No sexo feminino podemos realizar a observação do desenvolvimento das mamas além da pilosidade pubiana.

Segundo Tanner (1962) para o sexo masculino os estágios de desenvolvimento genital externo são:

- Estágio I: Ou infantil, que persiste desde o nascimento até o começo da puberdade. A genitália aumenta ligeiramente no tempo global, mas não há mudanças no aspecto geral.
- Estágio II: O escroto começa a aumentar e há mudanças na textura e coloração (avermelhamento) da pele escrotal.
- Estágio III: O pênis aumenta em comprimento e há um aumento menor em diâmetro. Continua a haver crescimento do escroto.
- Estágio IV: O pênis continuou a aumentar em comprimento e em diâmetro e a glândula se desenvolve.
- Estágio V: A genitália é adulta em tamanho e forma.

Para os pêlos púbicos:

- Estágio I: Não há pêlos púbicos verdadeiros. Pode-se encontrar uma fina penugem sobre o púbis semelhante à de outras partes do abdômen .
- Estágio II: Crescimento esparsos de pêlo levemente pigmentado, geralmente liso ou levemente encaracolado; começa, na maioria, ao lado da base do pênis.
- Estágio III: O pêlo espalha-se pela sínfise púbica e é consideravelmente mais escuro, mais grosso, e geralmente mais encaracolado.
- Estágio IV: O pêlo já está com características adultas, mas cobre uma área consideravelmente menor que na maioria dos adultos. O pêlo não atinge a face medial das coxas.
- Estágio V: O pêlo está distribuído em um triângulo invertido, como na mulher. Atinge a face medial das coxas mas não a linha alba ou qualquer outro local acima da base do triângulo.

Para o sexo feminino Tanner (1962) descreveu o desenvolvimento de glândulas mamárias assim:

- Estágio I: As mamas são infantis, com elevação somente da papila.
- Estágio II: Broto mamário, forma-se pequena saliência pela elevação da mama e papila. Aumento do diâmetro areolar.
- Estágio III: Maior aumento da mama e aréola, sem separação de seus contornos.
- Estágio IV: Projeção da aréola e da papila, formando uma pequena saliência acima do nível da mama.
- Estágio V: Mamas com aspecto adulto, com retração da aréola para o contorno da mama.

O desenvolvimento dos pêlos púbicos no sexo feminino é igual ao do sexo masculino; a única diferença é que se distribuem nos lábios maiores e o triângulo que eles formam é de base superior.

Para classificação dos adolescentes baseando-se nos critérios de Tanner (1962), Malina (1988) classificou os estágios:

- Estágio I: indica o estado pré-adolescente do desenvolvimento.
- Estágio II: indica o início do desenvolvimento ou a aparição de cada característica em particular.
- Estágio III-IV: indicam a continuidade do desenvolvimento, sendo de difícil avaliação.
- Estágio V: indica o estado adulto.

Para a classificação dos adolescentes nos diferentes níveis de desenvolvimento pubertário Bonjardim (1988) apresenta tal nomenclatura seguindo os critérios de Tanner (1962).

Pré-púbere: - genitais e pêlos púbicos I. Volume testicular 1 – 3 ml.

- mamas e pêlos púbicos I.

Púbere: - genitais e pêlos púbicos II, III e IV. Volume testicular 4 – 12 ml.

- mamas e pêlos púbicos II, III e IV.

Pós-púbere: - genitais e pêlos púbicos V. Volume testicular 15 – 25 ml.

- mamas e pêlos púbicos V.

Outra forma de determinação da maturidade sexual é através da observação dos pêlos axilares que segundo Matsudo (1982) segue tal classificação:

Nível I – Ausência, quando os pêlos axilares não estão presentes em nenhuma forma. Essa ausência caracteriza que o indivíduo ainda se encontra numa fase pré-púbere ou em transição para o início da puberdade.

Nível II – Presença parcial, quando os pêlos axilares se caracterizam por serem de pequeno número, lisos, opacos, finos, claros. Com tais características, podemos afirmar que o indivíduo se encontra em franca puberdade.

Nível III – Presença total, quando os pêlos axilares se caracterizam por serem em grande número, encaracolados, brilhantes, espessos e escuros. Ao adquirir estas formas, o indivíduo já se encontra numa fase pós-pubertária.

Quando se utiliza a menarca para a determinação da idade sexual, estamos lidando com o mais preciso indicador de maturação biológica das características sexuais. A ocorrência da menarca, ou primeiro fluxo menstrual, é o sinal do amadurecimento sexual feminino. Quando realizamos a avaliação da maturação sexual feminina através da determinação da idade de menarca observamos que quando a avaliada ainda não teve a menarca é sinal de que ainda se encontra em estado pré-púbere ou está prestes a se tornar adolescente (Araújo 1985).

2.3.3 Maturação e composição corporal

Com o desenrolar da adolescência e o avanço do adolescente no processo de maturação biológica temos variações nos aspectos da composição corporal coincidentes com a proximidade do estado adulto do qual o adolescente se aproxima. Com a chegada da adolescência o aumento do peso corporal torna-se evidente, e no sexo feminino grande parte desse aumento no peso corporal, segundo Araújo (1985), deve-se ao acúmulo na gordura subcutânea. Para o mesmo autor no sexo masculino, a puberdade traz também um aumento no peso corporal embora isso aconteça mais tardiamente do que no sexo feminino, além desse aumento no peso corporal estar mais associado a um acréscimo da massa magra. Mesmo que a maioria do aumento do peso corporal dos meninos esteja relacionado ao aumento da massa magra após a puberdade, a gordura subcutânea também

aumenta nos meninos, porém de forma mais acentuada no tórax e é medida através da dobra subescapular, ao passo que no sexo feminino este aumento é generalizado (Tanner 1963).

Com o processo de maturação biológica, segundo Matsudo (1991), os meninos tem 1.5 vez a massa magra e 1.5 vez a massa esquelética das meninas que, por sua vez, têm um incremento de 120% na gordura corporal e somente 44% na massa magra, o que nos indica, segundo o mesmo autor, uma mudança na proporção massa magra-gordura corporal de 5:1 no início do crescimento a 3:1 na menarca.

Em estudo apresentado por Tanner (1981), que procurou produzir informações mediante medidas radiográficas do diâmetro do tecido muscular como também da gordura da região do braço e da perna, mostrou-se um padrão diferente daquele estimado para a massa magra e a gordura percentual. Em ambos os sexos, o aumento do diâmetro do músculo da perna e do braço ocorreram após o PVE (Pico de velocidade de estatura). Para o músculo do braço, entre os rapazes este maior aumento ocorreu por volta de 3 a 4 meses após o PVE, e entre as moças este maior aumento ocorreu após passados 6 meses o PVE. Para o músculo da perna nos rapazes o maior aumento muscular coincidiu com o PVE enquanto entre as moças o ganho na musculatura da perna pareceu constante entre um ano antes e um ano e meio após o PVE.

Através de semelhante procedimento de análise as alterações do diâmetros da gordura subcutânea do braço e da perna foram avaliados. A princípio moças e rapazes mostraram índices de velocidade de ganho de gordura negativa no braço, o que significa diminuição de gordura coincidindo com o PVE, e a perda de gordura nos rapazes foi maior do que nas moças. O ganho no diâmetro da gordura

subcutânea do braço apresentou declínio por volta de um ano antes do PVE, coincidindo seu índice máximo de diminuição com o PVE e voltando a aumentar após o PVE em ambos os sexos, mas numa intensidade maior entre as moças. Quanto à curva de velocidade de ganho de gordura subcutânea da perna, nos rapazes esta também apresentou uma desaceleração próximo ao PVE no entanto, o índice máximo de diminuição da gordura ocorreu 6 meses após o PVE permanecendo nesta situação por quase 3 anos após o PVE, o que implica perda de tecido adiposo. Entre as moças a velocidade de ganho de tecido adiposo permaneceu positiva demonstrando uma diminuição no ritmo, porém um contínuo aumento de gordura subcutânea nesta região.

2.4 DESENVOLVIMENTO AERÓBIO

2.4.1 Definição

O tema do desenvolvimento aeróbio em crianças e adolescentes tem gerado amplo interesse no meio acadêmico, que tem avançado continuamente em seu estudo, e a consideração da diferença conceitual entre potência aeróbia e capacidade aeróbia, torna-se pertinente para iniciar uma discussão mais profunda dessa temática.

Para Malina, Bouchard, (1990), capacidade aeróbia é o total de energia produzida no desempenho de um trabalho aeróbio. Definindo capacidade aeróbia Reilly, Bangsbo, Franks (2000) abordam o mesmo assunto de outra forma, colocando que a capacidade aeróbia é expressa pela habilidade para sustentar exercício por um período prolongado, além de ser sinônimo de resistência. Os mesmos autores, Reilly, Bangsbo, Franks (2000) apresentam que potência aeróbia é

refletida pela capacidade para produzir energia aeróbia em uma alta taxa e é caracterizada por um consumo máximo de oxigênio. Bar-or (1983) coloca que na potência aeróbia máxima, o índice mais usado é o consumo de oxigênio, e que potência aeróbia é o volume máximo de oxigênio que pode ser consumido pelo corpo por unidade de tempo.

Observando os conceitos apresentados anteriormente, chega-se a conclusão que a diferença básica entre potência e capacidade aeróbia é que a potência aeróbia está mais relacionada à quantidade máxima de oxigênio que pode ser consumida pelo organismo, ao passo que a capacidade aeróbia representa o total de trabalho aeróbio que pode ser realizado.

2.4.2 *Desenvolvimento aeróbio e crescimento físico.*

Com relação ao desenvolvimento aeróbio Bar-or (1983) coloca que a potência aeróbia aumenta ao longo da segunda infância acompanhando o crescimento das dimensões corporais. Nesse mesmo sentido Bonen, Heyward, Cureton, Boileau, Massey (1979) apresentam que o VO_{2MAX} de crianças é menor quando expresso em termos absolutos, litros por minuto (l/min), porque o tamanho corporal ou massa muscular é um fator significativo, crianças pequenas e jovens, terão valores menores de VO_{2MAX} simplesmente porque seu tamanho corporal é menor. Quando o VO_{2MAX} é expresso em termos absolutos, um incremento progressivo é observado em função da idade para ambos os sexos, com as garotas apresentando valores significativamente inferiores aos dos rapazes. Isto é esperado uma vez que o tamanho corporal e a massa muscular dos rapazes aumentam mais do que das moças contribuindo para uma maior capacidade de consumir oxigênio.

Bailey, Mirwald (1988) colocam que a evolução dos valores absolutos de potência aeróbia para meninos e meninas se incrementam com a idade, atingindo

seu pico na idade adulta. Anteriormente, na puberdade valores absolutos de potência aeróbia são aproximadamente iguais para os dois sexos, mas no momento em que os meninos atingem o estado púbere ou pós-púbere mostram um surto da potência aeróbia enquanto que nas meninas o desenvolvimento é comparativamente menor, sendo a potência aeróbia máxima relativa é 15 – 20 % menor nas meninas que nos meninos durante a puberdade.

Para pontuar melhor os fatores que auxiliam essa melhora no rendimento aeróbio, os autores ainda citam que durante a puberdade ocorrem, o crescimento do coração e dos pulmões, aumento da pressão arterial, e aumento na concentração de hemoglobina. Explica-se que a superioridade do sexo masculino em relação a sexo feminino, no desenvolvimento aeróbio durante a puberdade é proporcionado pelo fato de que nas meninas ocorre um aumento na adiposidade com a diminuição relativa na massa magra durante a puberdade, assim como a possibilidade de redução na concentração de hemoglobina durante a adolescência.

Quando o consumo máximo de oxigênio é relativado com o peso corporal observa-se na verdade uma equivalência entre crianças, adolescentes e adultos no que tange a esse aspecto, já que Imbar, Bar-or (1986) colocam que numerosos estudos têm mostrado que o consumo máximo de oxigênio em homens, quando expresso em mililitros de oxigênio por minuto por quilograma de peso corporal (ml/kg/min), é independente da idade dentro da faixa etária de oito a dezoito anos. Esse fato pode nos levar a pensar porque as crianças e adolescentes não têm o mesmo desempenho atlético dos adultos? Para responder esta questão, recorre-se ao estudo de Morgan, Martin, Krahenbuhl (1989) que alertam para a possibilidade de que o menor gasto energético na realização de uma corrida ou caminhada não é necessariamente fruto de diferenças no metabolismo energético entre crianças,

adolescentes e adultos podendo ser resultado de uma forma menos econômica de se locomover com o decréscimo da idade cronológica devido a uma frequência maior de passadas causada por um menor comprimento de membros inferiores dos mais jovens. Nesse sentido Bar-or (1983), observando moças e rapazes de 5 a 17 anos de idade, verificou que o consumo de oxigênio necessário para correr ou caminhar numa mesma velocidade decresce com o avanço da idade em ambos os sexos, porém ocorre de forma mais acentuada nos rapazes. Ainda nesse estudo, o pesquisador observou que deslocando-se a 10 km/h o consumo de oxigênio de uma criança de cinco anos foi em média 8 ml/kg/min, maior do que o de um adolescente de 17 anos de idade. Dessa forma, conforme Tourinho (1998), considerando 40 ml/kg/min como valor esperado para o consumo máximo de oxigênio numa faixa etária, de 17 anos, os adolescentes podem realizar a mesma tarefa motora com economia de aproximadamente 20% no consumo de oxigênio em comparação com as crianças.

2.4.3 *Desenvolvimento aeróbio e maturação sexual*

O desenvolvimento aeróbio, como dito em tópicos anteriores, apresenta incrementos na sua performance com o passar da idade. Em termos absolutos, esses incrementos iniciam na infância e vão até a fase adulta, mas em termos relativos ao peso corporal, apesar da performance aeróbia melhorar com a idade, um indicador de performance aeróbia de forma isolada, como por exemplo o VO_{2MAX} , pode manter seus valores ao passo que avança a idade biológica e cronológica. Quando os valores de VO_{2MAX} são considerados em termos relativos, a massa corporal, e os indivíduos observados são classificados através de uma relação entre a idade cronológica e a idade esquelética. No que diz respeito ao VO_{2MAX} , parece não existir diferenças significativas entre o grupo dos mais avançados e dos mais

atrasados biologicamente independente da idade cronológica (Hollman, Bouchard, 1970; Savov, 1978; Shepard et. Alii, 1978).

Com relação ao consumo máximo de oxigênio, Kemper, Verschuur (1981), em seus estudos envolvendo moças e rapazes de 13 e 14 anos, observaram que a maturação esquelética, por si só, foi responsável por uma porção muito pequena de sua variação total, menos de 8%. Todavia, quando as alterações no consumo máximo de oxigênio em relação a maturação esquelética foram analisadas controlando a idade cronológica, uma quantidade significativa da variação explicada pode ser atribuída a uma idade esquelética mais avançada. Baseando-se nessas evidências, Guedes (1997) coloca que talvez seja possível levantar a hipótese de que a relação maturação esquelética consumo máximo de oxigênio possa ser influenciada por uma interação entre a própria maturação biológica e o aumento da estatura e do peso corporal que se processa com o passar da idade cronológica. Um dos dados que podem sustentar essa hipótese é a consideração da economia de corrida, que melhora com o avançar da idade cronológica. Contudo, as razões pelas quais as crianças são menos econômicas que os adultos ainda não são completamente compreendidas, mas alguns fatores podem explicar em parte, esta diferença:

A) Rowland (1989) coloca que um maior equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2) nas crianças para uma mesma velocidade de corrida, determina um maior gasto energético. B) Maior frequência de passadas nas crianças, para compensar a menor amplitude de passadas, que são impostas pelo menor tamanho dos membros inferiores (Unnithan, Eston, 1990). C) Maior metabolismo basal nas crianças (Mcdougall et. al. 1983).

Guedes (1997) observa que a relação entre o PVE (pico de velocidade de estatura) e a variação nos valores no consumo máximo de oxigênio, seja o recurso de onde se possa extrair o maior número de informações, quanto a influência da maturação biológica no sistema energético aeróbio das crianças e adolescentes.

Em estudo realizado por Cunningham, citado por Guedes (1997), procurou-se analisar a influência da maturação biológica em duas das principais variáveis que interferem na determinação do consumo máximo de oxigênio: o volume sistólico e a diferença arteriovenosa de oxigênio. Neste estudo foram acompanhados longitudinalmente rapazes de 9.8 a 14.8 anos de idade, o PVE e a idade esquelética foram utilizadas como recurso para descrever o nível do estado maturacional. Segundo ainda o mesmo autor, foi possível verificar que o volume sistólico demonstrou seu maior aumento apenas no ano seguinte ao PVE, o que, a princípio, descarta a possibilidade de um maior volume sistólico estar relacionado unicamente com o aumento do tamanho do coração que ocorre na fase pré-púbere, conforme sugerem alguns pesquisadores (Bouchard et alii 1977; Blimkie et alii 1980). Isso reforça o fato do aumento no volume sistólico estar relacionado somente a adaptações estruturais do coração. Entretanto, provavelmente, esse aumento no volume sistólico também podem estar relacionado a alterações funcionais que acontecem no sistema cardiorrespiratório. Assim sendo, apesar dos valores de consumo máximo de oxigênio dependerem de uma associação no desenvolvimento do volume sistólico e das diferenças arteriovenosas de oxigênio, parece que nos anos que antecedem o PVE as mudanças no consumo máximo de oxigênio estão mais relacionadas à diferença arteriovenosa de oxigênio.

2.4.4 Desenvolvimento aeróbio e treinamento

A influência do treinamento sobre a variável aeróbia em crianças e adolescentes pode ser inicialmente discutida acerca das modificações morfológicas e funcionais mais evidentes que ocorrem com o processo de treino nos jovens atletas que são submetidos a um treinamento de resistência. Segundo o estudo de Lengyel, Gyarfás (1979), os jovens atletas apresentam uma massa do miocárdio e um volume cardíaco significativamente maiores do que os não-atletas de mesma idade, o que deverá resultar num volume sistólico também mais elevado. Koch, Rocker (1980) sinalizaram para o volume sangüíneo total e a quantidade de hemoglobina de jovens que respondiam positivamente ao treinamento. Esse maior volume sangüíneo deve facilitar um maior retorno venoso, da mesma forma que um aumento na quantidade de hemoglobina poderá oportunizar uma elevação na capacidade de transporte de oxigênio.

Stewart, Gutin (1976); Hamilton, Andrew (1976), colocam que a frequência cardíaca de adolescentes treinados torna-se menor, tanto em repouso como em exercício além de demonstrar uma recuperação pós-esforço mais rápida do que adolescentes destreinados. No entanto, um aspecto que chama atenção é o fato da diferença arterovenosa de oxigênio em pessoas adultas se elevar com o treinamento, o que sinaliza para um aumento na extração de oxigênio na periferia; porém, em crianças, esse fenômeno não se confirmou segundo estudo de Eriksson, Koch (1973). Segundo Bar-or (1984), uma explicação para esta diferença arterovenosa, no que diz respeito ao treinamento de adolescentes, pode estar no fato de que crianças não treinadas têm uma diferença arterovenosa de oxigênio maior do que adultos não treinados. Yost, Zauner, Joeger (1981) encontraram evidências que podem indicar um aumento na capilarização pulmonar de jovens

treinados, o que paralelamente pode induzir a uma maior proliferação de capilares em nível muscular.

O estudo de Ekblom (1969) constata que em adultos a capacidade vital não se modifica com o treinamento e que a diferença encontrada nessa variável entre atletas e não-atletas deva-se ao fato do maior tamanho corporal dos atletas. Em adolescentes, Andersen, Froberg (1980) observaram que a capacidade vital apresentou acréscimos após programas de treinamento de corrida e natação de longa distância, e que esses aumentos foram maiores do que aqueles estimados pela influência do crescimento.

Apesar disso, alguns pesquisadores têm apontado para uma pequena ou nenhuma alteração no consumo máximo de oxigênio de crianças expostas ao treinamento antes da puberdade (Schumucker, Hollman, 1974; Gillian, Freedson, 1980; Yoshida, Ishiko, Muraak, 1980), sugerindo que a treinabilidade do sistema energético aeróbio em crianças possa ser menor do que em adolescentes e adultos.

A treinabilidade da potência aeróbia, de acordo com Bar-or (1989), em adultos é quanto mais jovem o indivíduo, mais treinável é sua performance aeróbia, tal relação com a idade já não pode ser encontrada em crianças e adolescentes. Em jovens adultos, um aumento de 10% e 20% no consumo máximo de oxigênio é um ganho aceitável quando da realização de um programa de treinamento aeróbio com duração de 2 a 4 meses. Diversos estudos têm sugerido que quando o consumo máximo de oxigênio por quilograma de peso corporal é feito para mensurar a potência aeróbia máxima, os pré-púberes são menos treináveis do que seus equivalentes mais maturados.

Na verdade o fato de pré-púberes serem menos treináveis do que adolescentes e adultos no que diz respeito a variável aeróbia, pode estar

relacionado a diversos aspectos. Para evidenciar melhor esses aspectos, podemos citar as colocações de Bar-or (1989), que relaciona a baixa treinabilidade do sistema aeróbio nas crianças e adolescentes ao fato de que estes, mesmo não fazendo parte de um programa de treinamento sistematizado, têm um nível de atividade física bastante alto, ao ponto de um programa de atividade física contribuir muito pouco para a melhora da aptidão aeróbia. Outro fato citado por Bar-or (1989) é que talvez o VO_{2max} não seja um bom indicador para avaliar a melhora da potência aeróbia em crianças, por isso haveria a necessidade de buscar um outro indicador para avaliar a condição aeróbia. O que nos permite dizer que talvez seja a avaliação do limiar anaeróbio, a melhor forma de prever a condição aeróbia de crianças e adolescentes.

Para Rowland (1985), a potência aeróbia pode ter aumentos em seus valores se as crianças e adolescentes forem submetidos a programas de treinamento rigorosos, como são os programas de treinamento dos adultos. Por esse motivo, Rowland (1985) cita o fato de que as crianças e adolescentes são menos treináveis, porque existe certa dificuldade em se conseguir que os mais jovens se submetam a atividades sistematizadas de longa duração.

Para esclarecer melhor este assunto, deve-se comentar o estudo de Chausow, Riner, Boileau (1984) que obteve como resposta incrementos no consumo máximo de oxigênio quando foi desenvolvido um programa de treinamento com controle rígido da frequência, intensidade, e duração dos esforços dentro do laboratório. De posse desses estudos, parece sensato admitir que essa aparente menor treinabilidade do consumo máximo de oxigênio, não se deve a uma inabilidade biológica de absorver cargas de treinamento e traduzi-las em respostas

de adaptação, mas sim na ocorrência de equívocos no desenvolvimento de estudos envolvendo população jovem.

Com relação a esse aspecto, Shephard (1995) coloca que resultados apresentados por pesquisas que mostram uma menor treinabilidade do sistema aeróbio em pré-púbere pode estar relacionada a problemas dos testes motores, já que muitos dos testes motores foram idealizados para adultos, e sua transferência para crianças pode implicar na obtenção equivocada de resultados desses testes. A intensidade de trabalho necessária para o treinamento de crianças pré-púberes parece ser maior do que a necessária para o treinamento do adulto, em razão da criança apresentar maior *peak* de frequência cardíaca. Fato comentado em estudo de Wasshington et. Al. (1988) que coloca que a frequência cardíaca para o limiar anaeróbio foi de 167 – 169 batimentos por minuto, maior do que a frequência cardíaca limiar nos adultos. Os resultados desses estudos indicam que talvez a intensidade de trabalho para crianças e adolescentes tenha de ser diferenciada dos adultos.

Com relação ao volume de treinamento, Shephard (1995) coloca que muitos estudos negativos para uma melhora da capacidade aeróbia em crianças e adolescentes envolveram limitados volumes de treinamento, e que esses períodos breves de treinamento seriam insuficientes para extrair uma resposta de crianças e adolescentes. A idade dos indivíduos também pode influenciar diretamente os resultados das pesquisas, pois apesar de haver um número significativo de relatos negativos no que diz respeito a respostas de treinamento, o único experimento a longo prazo que fracassou para extrair uma resposta de treinamento em crianças foi o de Yoshida et. Al. (1980), mas o autor do estudo cita que o grupo pesquisado compreendia crianças que talvez fossem muito jovens para correr efetivamente.

Todos esses aspectos levantam a questão sobre a treinabilidade dos sistemas metabólicos em crianças. Boileau (1989) coloca que em estudos transversais os resultados apontam para que crianças possam ser metabolicamente imaturas, e assim não ser tão receptivas às adaptações fisiológicas como ocorre em adultos, enquanto que estudos longitudinais enfocando o desenvolvimento das funções metabólicas e cardiorrespiratórias dizem que são poucas as evidências disponíveis, mas parece que o maior efeito do treinamento de *endurance*, ocorre durante o período do pico de velocidade de crescimento em altura.

2.4.5 Limiar anaeróbio

Para Bar-or (1983), limiar anaeróbio é o momento em que durante um exercício de aumento progressivo, um ponto é encontrado ao qual a produção de lactato excede sua remoção no sangue, e a esse ponto chama-se limiar anaeróbio.

Segundo Stanganelli (1991) o limiar anaeróbio parece oferecer uma melhor correlação com a predição da performance de corridas de longa distância em adultos do que o VO_{2MAX} . No entanto, existem poucas informações disponíveis sobre o limiar anaeróbio e outros indicadores da potência ou capacidade aeróbia em crianças e adolescentes. De acordo com estudos de Rotstein, Dotam, Bar-or, Tenebaum (1969), sugere-se que o limiar anaeróbio láctico de garotos pré-adolescentes, quando determinado pelo lactato sanguíneo com protocolo de concentração fixa, possa ser maior em crianças do que em adultos, e que os valores absolutos e relativos de limiar anaeróbio são menos sensíveis ao treinamento intervalado do que o VO_{2MAX} .

Abordando as mudanças no limiar anaeróbio e no consumo máximo de oxigênio, após um período de treinamento aeróbio em crianças na faixa etária de 12 anos de idade, Mahar, Vaccaro (1989) apresentam ao final do experimento um

resultado de que houve aumento significativo do limiar anaeróbio, não importando a maneira como este era expresso (l/min, ml/kg/min ou como percentual do VO_{2MAX}).

Segundo Guedes (1994) e Tanaka (1986), a performance em corrida melhora durante a adolescência. Mas Tanaka, Shindo (1985) mostraram que a velocidade de corrida no limiar anaeróbio tende a diminuir durante a adolescência, nesse mesmo sentido Reybrouk, Weymans, Stijns, Knops, Vander Hauwaert (1985) constataram uma nítida tendência comportamental do VO_{2MAX} que aumentava com a idade, ao passo que o limiar anaeróbio sofria uma queda. Em outro estudo Reybrouck (1989) coloca que existe uma limitação para o uso de protocolos de avaliação de concentração fixa de lactato sangüíneo em crianças para indicar o limiar anaeróbio, já que os valores de lactato podem não representar a mesma intensidade relativa de exercícios nas crianças e nos adultos, isso porque crianças apresentam níveis máximos de lactato mais baixos que os adultos, valores fixos de 4 mmol/l, para indicar o limiar anaeróbio podem estar próximos de valores máximos encontrados nas crianças.

Para Tanaka, Shindo (1995) uma possível razão para as crianças apresentarem um limiar anaeróbio maior pode estar nas características da musculatura esquelética, pois níveis mais baixos de testosterona e por conseqüência uma ação hormonal mais baixa sobre os músculos, podem conduzir a uma capacidade oxidativa mais alta, além do fato de as crianças possuírem uma limitação real em relação ao metabolismo glicolítico, e por conseqüência na produção de lactato. Para os mesmos autores, a velocidade de corrida no limiar anaeróbio apresentou uma relação inversamente proporcional a maturação óssea. Com relação ao máximo *steady state* de lactato (MSSL), o ponto de equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato que representa a carga de trabalho submáxima

mais alta que pode ser realizada pelo metabolismo oxidativo, os valores fixos de lactato de 4.0 mmol/l não apresentam uma alta correlação em crianças. No entanto, o consumo máximo de oxigênio e a frequência cardíaca correspondente a 2.5 mmol/l em crianças não diferem significativamente daquelas mensurados no MSSL. Por essa razão, 2.5 mmol/l de lactato tem sido usado em crianças, e pode ser usado de maneira similar aos valores de 4.0 mmol/l em adultos (Tolfrey, Armstrong, 1995).

2.5 DESENVOLVIMENTO ANAERÓBIO

2.5.1 Definição

Na maioria dos esportes sejam esses coletivos ou individuais, o sucesso esportivo está relacionado à capacidade de ações rápidas e de alta intensidade. Isso vem de encontro à necessidade de se entender que metabolismo energético supre essas ações. O metabolismo anaeróbio é o responsável pela produção de energia no trabalho físico de alta intensidade e curta duração.

A capacidade anaeróbia de um indivíduo é dada pela sua capacidade de gerar trabalho durante o exercício físico de alta intensidade e curta duração (McArdle et. Al. 1996).

A produção de energia anaeróbia pode ser dividida em produção anaeróbia láctica e aláctica. A produção anaeróbia aláctica (sem produção de ácido láctico) é constituída pelo sistema ATP/CP que a partir da degradação da fosfocreatina gera o ATP. A produção anaeróbia láctica (com produção de ácido láctico) é basicamente a obtenção de ATP através da glicólise anaeróbia. O glicogênio é reduzido até ácido pirúvico que na ausência de oxigênio é transformado em ácido láctico.

2.5.2 Adaptações do sistema

O treinamento específico da performance anaeróbia induz a várias adaptações no organismo adulto dentre elas estão (Nevill et. al. 1989):

- Aumento das reservas intramusculares de ATP/CP;
- Aumento das reservas intramusculares de glicogênio;
- Aumento das concentrações e atividade de enzimas glicolíticas;
- Aumento do fluxo glicolítico;
- Aumento das concentrações musculares e sangüíneas máximas de lactato;
- Eventual aumento da capacidade de tamponamento do ácido láctico;
- Maior *déficit* de oxigênio alcançado em exercício máximo;
- Maior concentração sangüínea de catecolaminas após exercícios máximos.

Entendendo melhor as mudanças ocorridas em decorrência do processo de treinamento no metabolismo anaeróbio em adultos, apresenta-se o que alguns autores apontam como as diferenças principais para uma menor capacidade anaeróbia de crianças em relação aos adultos (Astrand 1952; Fournier et. al. 1982; Grodjinowsky et. al. 1980; Rowland, 1996):

- Crianças apresentam menor capacidade anaeróbia (potência por massa corporal expressa em watts/kg e em termos absolutos) em testes específicos;
- Crianças apresentam menores concentrações máximas de lactato sangüíneo após o exercício máximo de curta duração quando comparado aos adultos;

- Crianças apresentam maior PH sangüíneo e intramuscular após o exercício máximo de curta duração, quando comparados a adultos, o que condiz com as menores concentrações de lactato.
- Crianças apresentam menor débito de oxigênio após exercícios máximos de curta duração, quando comparados a adultos, o que indica menor ativação das vias anaeróbias de produção de energia.
- As concentrações de adrenalina e noradrenalina no sangue são menores em crianças que em adultos após exercício máximo de curta duração o que pode refletir uma reduzida estimulação adrenérgica sobre a atividade da enzima fosforilase ou seja sobre a degradação de glicogênio muscular para a atividade física máxima.
- As concentrações sangüíneas de amônia são menores em crianças que em adultos, também após o exercício máximo de curta duração, indicativo de uma menor acidose intramuscular que é fator estimulador de enzimas responsáveis pela formação de amônia na célula muscular, a AMP-desaminase.

2.5.3 Estudo do desenvolvimento anaeróbio

Apesar das crianças terem preferência por atividades de curta duração, a performance anaeróbia de crianças e adolescentes pré-púberes tem se demonstrado inferior àquelas apresentados por indivíduos púberes e adultos. A maioria das informações sobre o desenvolvimento da capacidade e potência anaeróbia tem vindo de estudos que utilizam medidas de performance como o Teste de Margaria, Teste de Wingate ou, mais recentemente, o teste de corrida de 40 segundos introduzido por Matsudo, Perez (1986). Os estudos têm demonstrado que a função anaeróbia melhora com a idade mesmo quando o crescimento e as mudanças no

tamanho corporal são considerados. Dados apresentados por Imbar, Bar-or (1986) de aproximadamente 300 homens Israelenses de 10 a 45 anos que realizaram o teste anaeróbio de Wingate para ciclismo ou com a utilização dos braços (manivela) para ambos os testes, a potência máxima em um período de cinco segundos e a potência média durante todo o teste (30 segundos), foram mais baixos nas crianças quando expressos em unidades de potência absoluta ou corrigidos pelo peso corporal. Os autores então concluíram que a performance anaeróbia progride com a idade.

Resultados semelhantes foram observados por Matsudo, Perez (1986) ao avaliarem 300 escolares de ambos os sexos que participavam de aulas de educação física 3 vezes por semana com 50 min. de duração cada uma. Aplicando um teste de 40 segundos os pesquisadores concluíram que a potência anaeróbia máxima aumentou de forma significativa com a idade. Por sua vez, a estrutura corporal pareceu não influenciar a performance do teste de 40 segundos, uma vez que nesse estudo o peso e a altura não apresentaram correlações importantes com os resultados dos escolares no teste de 40 segundos. Kurowski (1977) relatou um aumento duas vezes maior na potência anaeróbia absoluta e um aumento de aproximadamente 20% na potência anaeróbia relativa em 294 crianças de 9 a 16 anos no Teste de Margaria. Bar-or (1983) mostrou resultados similares para o pico de potência e potência média anaeróbia em meninas e meninos de 8 a 14 anos usando o Teste de Wingate.

A baixa potência e capacidade anaeróbia dos pré-púberes pode ter vários causas, uma delas seria os baixos níveis de lactato. Eriksson (1972) em seu estudo mostrou que os valores de lactato sanguíneo máximo encontrado em rapazes de 11 a 13 anos de idade é de aproximadamente 67% do valor encontrado em adulto.

Sobral (1988) também coloca que a taxa de glicólise anaeróbia é menor em pré-púberes. Eriksson, Karlsson, Saltin (1971) verificaram que garotos pré-púberes apresentaram valores de concentração de lactato nos músculos 35% inferior aos observados nos adultos.

2.5.4 Metabolismo anaeróbio e enzimas, maturação, treinamento

As enzimas do metabolismo anaeróbio geralmente são obtidas a partir de biópsias musculares, em geral é aceito que a glicólise anaeróbia possa ser menor em pré-púberes devido a baixos níveis de atividade enzimática. Eriksson, Gollnick, Saltin (1973) reportaram que a enzima glicolítica fosfofrutoquinase de 5 garotos de 11 a 13 anos apresentou-se em menor quantidade na musculatura dos garotos do que em adultos, os mesmos resultados foram encontrados por Fournier, Ricci, Taylor, Ferguson, Montpetit, Chaitman (1982), com garotos de 16 e 17 anos que mostraram que a atividade da fosfofrutoquinase, que é a enzima reguladora da glicólise anaeróbia, apresentou-se de forma mais baixa na musculatura esquelética dos garotos quando comparados com adultos.

O metabolismo anaeróbio sofre alterações com o avanço maturacional. Alguns estudos realizados com animais apontam para o papel da testosterona no desenvolvimento do metabolismo anaeróbio (Beitner, 1979). Observou-se uma inibição do desenvolvimento do metabolismo anaeróbio durante a puberdade após a castração de animais do sexo masculino, sendo que a reposição artificial de testosterona fez com que os efeitos da castração pudessem ser compensados (Bass et. al. 1971).

Krotkiewski, Kral, Karsson (1980) estudando o efeito da castração de ratos sobre o metabolismo muscular, verificaram que houve uma diminuição na atividade das enzimas fosforilase, fosfofrutoquinase e desidrogenase láctica na porção branca

da musculatura dos ratos castrados, tendo sido essa mudança reversível com a aplicação de doses de testosterona.

Apesar desses estudos mostrarem a relação entre indicadores maturacionais, como a testosterona, e o rendimento anaeróbio, isso não é uma unanimidade na comunidade acadêmica, já que Willians et. al. (1991) não constatou nenhuma relação entre concentração de lactato no sangue durante teste progressivo, e níveis de maturação sexual de acordo com a escala de Tanner (1962). Paterson et.al. (1985) não constatou, em estudo longitudinal, qualquer relação entre melhoras da capacidade anaeróbia e eventos característicos da puberdade ou períodos de maior crescimento em rapazes de 10 a 15 anos de idade.

Os dados sobre a treinabilidade do metabolismo anaeróbio em crianças são contraditórios, já que encontra-se estudos com resultados positivos, e estudos com resultados negativos no que tange ao assunto treinabilidade do metabolismo anaeróbio. Grodjinovsky et. al. (1980) verificaram que crianças de 11 a 13 anos de idade, submetidas a programas de treinamento de elevada intensidade durante seis semanas, apresentaram uma melhoria em torno de 4.5 a 5.5% em relação a sua capacidade de derivar energia anaerobiamente avaliada através do Teste de Wingate. Em outro estudo Rotstein et. al. (1986) submeteram um grupo de rapazes de 10 e 11 anos de idade a um programa de 9 semanas de treinamento de corrida de alta intensidade entre as distâncias de 150 a 600 metros de distância, observando melhorias de 10% a 14% na capacidade de realização de esforços anaeróbios. No entanto, Rowland (1996) defende uma reduzida treinabilidade da capacidade anaeróbio, ou ainda, da produção de energia por via glicolítica láctica em crianças sob influência de treinamento específico. Prado (1997) não constatou alteração alguma em rapazes antes da puberdade nos níveis sanguíneos de lactato,

amônia, adrenalina e noradrenalina, assim como no desempenho em testes anaeróbios, após um período de seis semanas de treinamento anaeróbio láctico específico. Os voluntários adultos, no entanto, demonstraram uma melhora significativa de desempenho em testes anaeróbios específicos, acompanhados por uma redução significativa dos níveis de amônia e uma elevação significativa das concentrações pós-esforço de adrenalina e noradrenalina no sangue.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo apresenta um caráter descritivo do tipo longitudinal, objetivando investigar o efeito do treinamento na composição corporal, potência aeróbia, potência anaeróbia e a velocidade de corrida no limiar anaeróbio em jovens futebolistas da categoria juvenil ao longo de 24 semanas de treinamento, levando-se em consideração a maturação sexual.

3.2 POPULAÇÃO

Para este estudo foram considerados como elementos pertencentes à população, os jogadores do sexo masculino, da faixa etária de 15 a 17 anos, que estavam regularmente treinando na categoria juvenil de um clube de futebol profissional da região de Campinas, SP. Envolvendo um total de aproximadamente 25 (vinte e cinco) sujeitos. Foram considerados, de acordo com os critérios estabelecidos pela Federação Paulista de Futebol (FPF) para o ano competitivo de 2001, da categoria juvenil todos aqueles sujeitos nascidos nos anos de 1984 e 1985.

3.3 AMOSTRA EM ESTUDO

A amostra selecionada, de forma intencional, foi constituída por 14 (quartoze) dos sujeitos do sexo masculino da equipe juvenil de um clube de futebol profissional da região de Campinas, SP, com idades compreendidas entre 15 e 17 anos que participaram do campeonato paulista de futebol sub-17. Os sujeitos foram

submetidos a um treinamento específico de futebol (treinos físicos, técnicos e táticos) numa frequência semanal nunca inferior a cinco vezes por semanas. A idade cronológica dos sujeitos investigados foi determinada de forma centesimal como o descrito por Ross, Marfell-Jones (1991).

3.4 COLETA DE DADOS

As coletas de dados foram realizadas em três momentos durante o período preparatório para o campeonato paulista de futebol sub-17 do ano de 2001. As datas para realização dos testes e das medidas (19/02/2001- 07/05/2001- 06/08/2001) foram acertadas entre o diretor do departamento de futebol amador, o preparador físico da equipe e o pesquisador.

As medidas e os testes somente foram realizados após assinatura do termo de consentimento por parte dos responsáveis pelos atletas. As coletas de dados ocorreram sempre no período da manhã, sendo que a antropometria e a avaliação da maturação sexual eram realizadas primeiro, e os testes motores eram realizados depois.

Após a realização da antropometria e da avaliação da maturação sexual, que foram feitas individualmente no laboratório de fisiologia do clube escolhido para o estudo, os atletas seguiram para a UNICAMP para a realização dos testes motores, que foram aplicados segundo a seguinte seqüência, primeiro o teste de 40s, e após pausa para descanso, o teste de 5min.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

3.5.1 Medidas antropométricas

As medidas antropométricas utilizadas neste estudo foram a estatura (EST), massa corporal (MC), dobra cutânea tricipital (TR) e a dobra cutânea subescapular (SB).

As medidas de estatura e massa corporal foram realizadas com base na padronização descrita por Alvarez, Pavan (1999). Os instrumentos necessários na realização dessas medidas foram um antropômetro de prancha, graduado de 0 a 2,50 metros e uma balança eletrônica.

Para as mensurações das espessuras de dobras cutâneas tricipital e subescapular foram seguidas as padronizações descritas por Benedetti, Pinho, Ramos (1999). Para esta mensuração foi utilizado um compasso do tipo "Plicômetro" da marca LANGE, com características de sensibilidade de 0,1 milímetros, pressão das mandíbulas de 10g/mm² e com amplitude de leitura de 80m.

3.5.2 Composição corporal

O percentual de gordura corporal (%G) foi determinado através das equações preditivas para meninos negros descritas por Slaughter, Lohman, Boileau, Horwill, Stillman, Vanloan, Bembem (1988), como demonstrado abaixo:

Equação 1:

$$\text{Púberes} \rightarrow G\% = 1,21 \cdot (TR + SB) - 0,008 \cdot (TR + SB)^2 - 5,2$$

Equação 2:

$$\text{Pós-púberes} \rightarrow G\% = 1,21 \cdot (TR + SB) - 0,008 \cdot (TR + SB)^2 - 6,8$$

A massa de gordura (MG) e a massa corporal magra (MCM) foi determinado pelas seguintes equações (Behnke, Wilmore, 1974), respectivamente:

Equação 3:

$$MG \text{ (kg)} = MC \cdot (\%G/100)$$

Equação 4:

$$\text{MCM (kg)} = \text{MC} - \text{MG}$$

3.5.3 Maturação Sexual

O estágio de maturação sexual foi determinado através da técnica de auto-avaliação puberal, validada por Matsudo, Matsudo (1991), no qual foram observados os estágios de desenvolvimento da pilosidade pubiana, em escala de 1 a 5 (P1 a P5), conforme descrito por Tanner (1962).

Para realização do exame de auto-avaliação puberal com os sujeitos investigados foi utilizada uma prancha de desenho dos estágios maturacionais baseada nos critérios descritos por Tanner (1962). O exame da auto-avaliação puberal foi realizado, individualmente, com o laboratório de fisiologia do clube fechado.

3.5.4 Testes motores

Os testes de corrida de 40 segundos (T40s) e 5 minutos (T5min) foram utilizados no sentido de estimar a potência aeróbia e anaeróbia. O teste de corrida de 5 minutos foi administrado de acordo com o descrito por Tanaka (1986) e o teste de 40 segundos seguindo a padronização estabelecida por Matsudo (1984).

Para realização dos testes motores foram utilizadas a pista de atletismo da Faculdade de Educação Física da UNICAMP demarcada a cada 10 metros, e uma trena métrica de 50 metros.

3.5.5 Estimação no Limiar de anaeróbio

A velocidade de corrida no limiar anaeróbio foi estimada, no presente estudo, através da equação preditiva proposta por Tanaka (1986).

Equação 5:

$$\text{VC}_L = -124 - (0,831 \cdot \text{T40s}) + (0,202 \cdot \text{T5min})$$

Onde:

VC_L= velocidade de corrida no limiar anaeróbio expressa em m.min⁻¹;

T40s= resultado da corrida de 40s expresso em metros;

T5min= resultado da corrida de 5 min expresso em metros;

Segundo Tanaka (1986), o coeficiente de correlação entre VC_L observada e a VC_L estimada e o erro padrão de estimativa foi de r=0,726 e 15 m.min⁻¹ para garotos.

3.5.6 Qualidade dos dados

Para estimar a qualidade dos dados foram utilizados 4 (quatro) sujeitos, que não participaram da amostra em estudo, para serem submetidos a duas administrações sucessivas das medidas antropométricas e dos testes motores, sob as mesmas condições e na mesma seqüência seguida pelo estudo. Para as medidas antropométricas foi empregado um intervalo de uma hora, como sugerem Guedes, Guedes (1997) e para os testes motores foi empregado um intervalo de três dias.

Os valores de média e desvio padrão dos resultados das medidas antropométricas, e os testes motores são apresentados na Tabela 1 para o grupo que foi utilizado na verificação da qualidade dos dados.

O intervalo entre a primeira e a segunda administração das medidas antropométricas e dos testes foi, respectivamente, de 1 (uma) hora e 3 (três) dias.

Tabela 1 – Resultados das medidas antropométricas e testes motores selecionados para verificação da qualidade dos dados

Variáveis	Pré-teste (n=4)	Pós-teste (n=4)	r
EST (cm)	175,750 ± 4,908	175,625 ± 5,121	0,99
MC (kg)	69,700 ± 7,686	69,750 ± 7,708	0,99
TR (mm)	8,000 ± 2,708	8,250 ± 2,062	0,96
SB (mm)	8,500 ± 1,291	8,500 ± 1,915	0,93
T40s (m)	291,750 ± 0,957	293,250 ± 3,948	0,78
T5min (m)	1338,250 ± 30,148	1385,500 ± 33,312	0,99

Para a análise da qualidade destes dados foi utilizado o índice de reprodutibilidade relativo e absoluto. Para o cálculo desse índice foi empregada a técnica estatística de correlação intra-classe.

Os valores encontrados neste parecem ser aceitáveis, tendo em conta o valor norma referência de $r=0,70$ apresentado por Safrit, Nunally (1990). O valor mais baixo de “r” foi notado no teste de corrida de 40 segundos. Os resultados apresentados no teste de corrida de 5 minutos e nas medidas antropométricas de estatura e massa corporal foram acima de $r= 0.90$.

Enfim, pode-se verificar através do coeficiente de correlação intra-classe que a estimativa da confiabilidade dos testes e medidas é bastante elevada.

3.5.7 Tratamento estatístico

Com a finalidade de caracterizar a amostra, os dados coletados foram analisados através da estatística descritiva e a análise de variância para medidas repetidas. A estatística descritiva foi representada pela média e desvio-padrão. A análise de variância para medidas repetidas permitiu verificar a existência de diferenças significativas entre os três momentos de avaliação em todas as variáveis

estudadas. Sendo que para comparação múltipla de média foi utilizado o teste *post-hoc* de Turkey para amostras iguais. Para todas as inferências estatísticas foi adotado o nível de significância de $p < 0.05$. Utilizou-se os pacotes estatísticos SPSS 7.0 e Statistica 5.0.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA EM ESTUDO

Na tabela 2 são apresentadas as características da amostra estudada em termos de idade, estatura, massa corporal, dobra cutânea tricipital e dobra cutânea subescapular.

Na tabela 2 e 3 verificou-se um aumento progressivo da idade, EST e MC, ao contrário da variável TR e SB, no qual ocorreu uma ligeira queda nos valores médios num primeiro momento, e um ligeiro aumento num segundo momento.

Tabela 2 – Características da amostra: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg); média e desvio-padrão.

Variáveis	T1	T2	T3	ANOVA	
				F	p
Idade (anos)	16,25 ± 0,51	16,53 ± 0,53	16,78 ± 0,53	41,723 1*	0,0000 0
EST (cm)	176,11 ± 6,82	176,29 ± 6,90	176,46 ± 6,86 ^a	6,5436 *	0,0049 9
MC (kg)	68,36 ± 5,46	69,32 ± 5,23 ^a	70,14 ± 5,58 ^a	11,471 4*	0,0002 7
TR (mm)	8,00 ± 3,37	7,50 ± 3,16	7,64 ± 3,30	1,3815	0,2690 4
SB (mm)	8,86 ± 1,23	8,36 ± 1,15	8,57 ± 2,17	0,9197	0,4112 2

p<0.05*^a ≠ 1 (p<0.05); ^b ≠ 2 (p<0.05)

Os resultados evidenciam a presença de diferenças estatisticamente significativas nas variáveis idade (p=0,00000), estatura (p=0,00499) e massa corporal (p=0,00027).

Tabela 3 – Resultados dos deltas percentuais das diferenças da média entre os momentos de avaliação.

Variáveis	T1 – T2	T2- T3	T1 – T3
Idade (anos)	1,7%	1,5%	3,2%
EST (cm)	0,1%	0,1%	0,2%
MC (kg)	1,4%	1,2%	2,5%
TR (mm)	-6,7%	1,8%	-4,7%
SB (mm)	-6,0%	2,5%	-3,4%

4.2 ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO DA PILOSIDADE PUBIANA

As características maturacionais da amostra estudada são apresentadas na Tabela 3. Para o desenvolvimento da pilosidade pubiana foram considerados os estágios 1 a 5 (P1 a P5).

Os resultados mostraram que nos três momentos de avaliação a maioria dos sujeitos investigados encontrava-se no estágio 5. É importante colocar que no primeiro momento de avaliação ainda existem dois sujeitos em estágio 3 e que os percentuais de sujeitos classificados neste estágio diminuem progressivamente a cada avaliação, diferentemente do ocorrido no estágio 5.

Tabela 4 – Características da amostra segundo o estágio de maturação sexual

Estágios	T1		T2		T3	
	n	%	N	%	n	%
P1	-	-	-	-	-	-
P2	-	-	-	-	-	-
P3	2	14,3	-	-	-	-
P4	4	28,6	3	21,4	2	14,3
P5	8	57,1	11	78,6	12	85,7

4.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Na tabela 5 estão dispostos os indicadores da composição corporal dos jovens futebolistas da categoria juvenil.

Analisando-se as tabelas 5 e 6, verificou-se que as variáveis %G e MG apresentaram uma diminuição dos valores médios de 8,7% e 7,3%, respectivamente, do primeiro para segundo momento de avaliação, seguido de um aumento nos valores médios de 2,3% e 3,9%, respectivamente, do segundo para terceiro momento de avaliação. Também, percebeu-se que após as vinte e quatro semanas de treinamento houve uma involução dos valores médios do percentual de gordura (-6,2%) e massa de gordura (-3,1%). Ao contrário, notou-se na variável massa corporal magra um ligeiro aumento tanto entre o primeiro e o segundo momento de avaliação (2,4%), entre o segundo e o terceiro momento de avaliação (1,0%) quanto do primeiro para o terceiro momento de avaliação (3,4%).

Tabela 5 – Os valores de média e desvio padrão dos indicadores da composição corporal

Variáveis	T1	T2	T3	ANOVA	
				F	p
%G (%)	11,87 ± 3,75	10,93 ± 3,50	11,180 ± 4,46	1,9166	0,1673 3
MG (kg)	8,10 ± 2,59	7,55 ± 2,36	7,86 ± 3,08	0,7789	0,4693 4
MCM (kg)	60,27 ± 5,68	61,77 ± 5,51 ^a	62,37 ± 6,58 ^a	13,792 1*	0,0000 8

p<0.05* ^a ≠1 (p<0.05); ^b ≠2 (p<0.05)

Realizando uma análise de variância para medidas repetidas entre os momentos de avaliação, foi possível verificar diferenças significativas (p=0,00008) na variável massa corporal magra (tabela 5). As diferenças de média nessa variável

foram encontradas entre a 1ª e a 2ª avaliação ($p=0,00330$) e entre 1ª e a 3ª avaliação ($p=0,00019$).

Tabela 6 – Resultados dos deltas percentuais das diferenças da média entre os momentos de avaliação dos indicadores da composição corporal.

Variáveis	T1 – T2	T2- T3	T1 – T3
%G (%)	-8,7%	2,3%	-6,2%
MG (kg)	-7,3%	3,9%	-3,1%
MCM (kg)	2,4%	1,0%	3,4%

4.4 POTÊNCIA ANAERÓBIA E AERÓBIA E A VELOCIDADE DE CORRIDA NO LIMIAR ANERÓBIO

Os resultados da variável potência anaeróbia, estimada através do teste de corrida de 40 segundos, mostram um evidente aumento constante no desempenho ao longo das vinte e quatro semanas de treinamento.

Na tabela 7 e 8, observou-se nas variáveis T40s, T5min e VLAN um aumento dos valores médios do primeiro para o segundo momento de avaliação de 1,0%, 2,2% e 2,3%, respectivamente. Contudo, do segundo para o terceiro momento ocorreu um fenômeno contrário ao ocorrido nas primeiras 12 semanas; pois, apesar do aumento nas variáveis T40s (2,1%) e T 5min (1,2%), verificou-se uma ligeira involução da velocidade de corrida no limiar anaeróbio de -1,1%. Com relação ao comportamento ao longo das vinte e quatro semanas de treinamento percebeu-se que houve um aumento em todas as variáveis (T40s= 3,1%; T5min=3,4% e VLAN=1,2%).

Tabela 7 – Os valores de média e desvio padrão dos resultados dos testes motores e da estimativa da velocidade de corrida no limiar anaeróbio

Variáveis	T1	T2	T3	ANOVA	
				F	p
T40s (m)	283,50 ± 9,98	286,36 ± 11,47	292,64 ± 9,76 ^{ab}	9,0759 [*]	0,00102
T5min (m)	1335,64 112,15	± 1366,07 69,19	± 1383,14 83,96	± 2,6746	0,08784
VLAN (m/min)	158,21 ± 26,01	161,99 ± 17,85	160,209 19,69	± 0,3460	0,71075

$p < 0,05$ * ^a ≠ 1 ($p < 0,05$); ^b ≠ 2 ($p < 0,05$)

Na observação dos resultados da análise de variância para medidas foi possível verificar diferenças estatisticamente significativas entre os momentos de avaliação somente no teste de potência anaeróbia ($p=0,00102$). Sendo que as diferenças das médias foram localizadas entre a 1^a e 3^a avaliação ($p=0,00097$) e a 2^a e a 3^a avaliação ($p=0,02168$).

Tabela 8 – Resultados dos deltas percentuais das diferenças da média entre os momentos de avaliação dos testes motores e da estimativa da velocidade de corrida no limiar anaeróbio.

Variáveis	T1 – T2	T2- T3	T1 – T3
T40s (m)	1,0%	2,1%	3,1%
T5min (m)	2,2%	1,2%	3,4%
VLAN (m/min)	2,3%	-1,1%	1,2%

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O processo de crescimento de acordo com os resultados apresentados ainda esteve atuante na amostra estudada. A estatura apresenta um aumento significativo nos seus valores da primeira para a terceira avaliação. Dado até certo ponto esperado pelo fato de termos na amostra sujeitos ainda em processo de maturação. Beunen (1974) também observa resultados semelhantes em seu estudo. A maturação também influencia, juntamente com o treinamento, os incrementos na massa corporal que foram significativos tanto do primeiro para o segundo momento de avaliação, quanto do segundo para o terceiro momento de avaliação, Parizkova (1982) coloca em seu estudo longitudinal que os rapazes tiveram aumento de massa corporal, com o processo de maturação biológica.

As dobras cutâneas tricipital e subescapular tiveram pequenas variações que não representaram significância em seus resultados, num primeiro momento tiveram uma diminuição em seus valores hipoteticamente associados a uma grande parcela de treinamento aeróbio que pode ter sido realizada no início da temporada já que depois, num segundo momento, da segunda para a terceira avaliação houve um pequeno incremento nos valores das dobras cutâneas tricipital e subescapular. Os resultados do percentual de gordura e massa de gordura foram obtidos a partir dos valores das dobras cutâneas tricipital e subescapular, e também não apresentaram diferenças significantes entre os momentos de avaliação. Uma explicação para a sua diminuição num primeiro momento e pequeno acréscimo num segundo momento pode hipoteticamente estar num grande volume de treino aeróbio no início da temporada, dado que vai ao encontro do estudo de Von Döbeln, Eriksson (1972) que diz que o treino aeróbio tem o poder de influenciar a diminuição na gordura corporal. As diferenças significantes no comportamento da massa

corporal magra podem ser explicadas pelo processo de maturação biológica, além dos ganhos decorrentes do processo de treinamento, pois nesse estudo os atletas ainda se encontram no processo de maturação biológica, e esta também contribui para o incremento na massa corporal magra, fato também encontrado em jovens por Pariskova (1982).

Os dados encontrados nesta pesquisa se mostraram superiores aos dados encontrados por Tourinho (1998) e Villar(2000), no que diz respeito a potência anaeróbia, isto ocorre porque os elementos desse estudo participavam de treinamento sistemático, 5 vezes por semana no mínimo, fato que para Eriksson (1973) é determinante para uma maior potência anaeróbia.

Os resultados da potência anaeróbia demonstraram incrementos significativos ao longo do estudo, esses dados corroboram as colocações de Matsudo, Perez (1986), que no teste de 40s também observaram aumentos nos valores da potência anaeróbia com o avanço da idade cronológica, avanço da maturação e aumentos na massa corporal magra, esses incrementos no desempenho anaeróbio se devem segundo Eriksson (1973) a uma maior atividade das enzimas glicolíticas (fosfofrutoquinase, fosforilase, lactato desidrogenase). A massa corporal magra também influencia de forma positiva o aumento do desempenho anaeróbio, pois com um maior volume muscular aumentam os estoques de substratos energéticos necessários para o trabalho anaeróbio (Kurowski, 1977).

Os resultados do teste de 5min os valores encontrados entre os três momentos de avaliação, apesar de apresentarem incrementos, não foram significativos do ponto de vista estatístico, isso pode ter ocorrido pela variabilidade dos resultados, principalmente no primeiro teste. Farinatti (1995) ainda coloca que

com o avanço da maturação e uma crescente concentração de testosterona circulante, a musculatura tende a apresentar uma maior porção de fibras de contração rápida, fato que influencia negativamente a potência aeróbia e conseqüentemente a velocidade de corrida no limiar anaeróbio.

A velocidade de corrida no limiar anaeróbio não apresentou incrementos significantes com o passar do processo de treinamento, considerando os resultados estáveis da potência aeróbia, isso já era esperado, pois a potência aeróbia estabelece relação com o limiar anaeróbio (Tolfrey, Armstrong, 1995). Nesse estudo, como em outros (Tourinho, 1998; Villar, 2000), em que a velocidade de corrida no limiar anaeróbio é estimada através da constante proposta por Tanaka (1986), presencia-se que a velocidade de corrida no limiar anaeróbio estimada sofre uma queda ao passo que os valores da potência anaeróbia aumentam, isso pode explicar a pequena queda no limiar anaeróbio no terceiro momento de avaliação.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que:

- a) Após 24 semanas de treinamento de futebol e mudanças maturacionais no grupo amostral, houveram aumentos significativos somente na massa corporal, massa corporal magra e potência anaeróbia, enquanto que no restante das variáveis houve uma estabilização dos seus valores médios.
- b) O aumento da massa corporal e da massa corporal magra, se mostrou significativo do primeiro para o segundo momento de avaliação, e do primeiro para o terceiro momento de avaliação, não apresentando aumento significativo do segundo para o terceiro momento de avaliação.
- c) A potência anaeróbia apresentou aumento significativo, do primeiro para o terceiro momento de avaliação, e do segundo para o terceiro momento de avaliação. Não apresentando aumento significativo do primeiro para o segundo momento de avaliação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, E. H. A comparative anthropometric study of hard labor during youth as a stimulator of physical growth of young colored women. **Research Quarterly**. V.9, n.2, p.102-108, 1938
- ALVAREZ, B.R., PAVAN, A.L. Alturas e comprimentos. In: PETROSKI, E.L. (org.). **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Pallotti, 1999. p.29-51.
- ARAÚJO, C. G. S. **Fundamentos biológicos: medicina desportiva**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1985
- ASTRAND, P. O. **Experimental studies of physical working capacity in relation to**. Copenhagen: Munksgaarg, 1952
- ASTRAND, P.O. et. al. Girl swimmers. With special reference to respiratory and circulatory adaptation and gynecological and psychiatric aspects. **Acta Paediatrica Scandinavica**. V.147, suppl, 1963
- BAILEY, D. A. , MALINA, R. M. , MIRWALD, R. L. Physical activity and growth of the child. IN : FALKNER, F., TANNER, J. M. , **Human Growth : A comprehensive treatise**. Volume two: Postnatal Growth Neurobiology. 2. Ed. New York Plenum Press. P.147 – 170, 1986
- BAILEY, D. N., MIRWALD, R. L. The effects of training on the growth and development of the child. IN: MALINA, R. M. **Young Athlets**, Human Kinetics, Champaign, 1988
- BAR-OR O. **Pediatric Sports Medicine for the Practitioner**. Berlin: Springer Verlag, 1983
- BAR-OR, O. **Pediatric Sports Medicine for the Practitioner- From Physiologic Principles to Clinical Applications**. New York, Springer-Verlag. 1984.

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

BASS, A., GUTMANN, E., HANZLIKOVA, V., SYROVY, I. Sexual differentiation of enzyme pattern and its conversion by testosterone in the temporal muscle of the guinea pig. **Physiol. Bohemoslov.** v.20, p.423-431, 1971

BEITNER, R., NORDENBERG, J., COHEN, T. Correlation between the levels of glucose 1,6-biphosphate and the activities of phosphofrutokinase, phosphoglucomutase, and hexokinase in skeletal and heart muscle from rats of different ages. **International Journal of Biochemistry.** p.603-608, 1979

BENEDETTI, T.R.B., PINHO, R.A. de, RAMOS, V. de M. Dobras cutâneas. In: PETROSKI, E.L. (org.). **Antropometria: técnicas e padronizações.** Porto Alegre: Pallotti, 1999. p.53-68.

BERGMAN, P., GORACY, M. The timing of adolescent growth spurts of ten body dimensions in boys and girls of the Wrodaw Longitudinal Twin Study. **Journal Human Evolution**, v.13, p.339-437, 1984

BLIMKIE, C. J. R. Gas transport capacity and echocardiographically determined cardiac size in children. **Journal of Applied Physiology**, v.49, n.6, p.994-999, 1980

BOILEAU, R. A. Desenvolvimento das funções anaeróbias a aeróbias em crianças e jovens. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** v.3,n.2, 1989

BONEN, A., HEYWARD, V. H., CURETON, K. J., BOILEAU R. A., MASSEY B. H. Prediction of maximal oxygen uptake in boys, ages 7-15 years. **Medicine and Science in Sports.** V.11, p.24-29, 1979

BONJARDIM, E. , HEGG, R. V. **Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros.** Editora Brasileira de Ciências, São Paulo, 1988

- BOUCHARD, C. Submaximal working capacity, heart size and body size in boys 8-18 years. **European Journal of Applied Physiology**, v.36, n.2p.115-126, 1977
- BROEKHOFF, J. The effect of physical activity on physical growth and development. IN: STULL, G. A., ECKERT, H. M. **Effects of Physical Activity on Children**. Champaign, Illinois, Human Kinetics Publishers. P.75-87, 1986
- CHAUSOW, S. A., RINER, W. F., BOILEAU, R. A. Metabolic and cardiovascular responses of children during prolonged physical activity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. v.55, n.1, p.01-07, 1984
- COONAN, W. et. al. Daily physical education: A review of current Australian Research Projects. IN: HOWELL, M. L., SAUNDERS, J. E. **Movement and Sport Education: Proceedings of the VII Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Recreation and Dance**. Queensland, Australia, University of Queensland. P.239- 245, 1982
- CUNNINGHAM, D. A. Development of cardiorespiratory function in circumpubertal boys: a longitudinal study. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v.56, n.2, p.302-307, 1984
- DANIELS, J., OLDRIDGE, N. Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. V.3, n.2, p.161-165, 1971
- DURNIN, J. V. G. A., RAHAMAN, M. M. The assesment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. **British Journal of Nutrition**, v.21, p.681-689, 1967
- EKBLON, B. Effect of physical training in adolescent boys. **Journal of Applied Physiology**. v.27, p.350-355, 1969

ERIKSSON, B. O. , GOLLNICK, P. D., SALTIN, B. Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. **Acta physiologica Scandinavica**, v.87, p.485-497, 1973

ERIKSSON, B. O., KARLSSON, J., SALTIN, B. Muscle metabolism during exercise in pubertal boys. **Acta Paediatrica Scandinavica**, v.217, p.154-157, 1971

ERIKSSON, B. O., KOCH, G. Effect of physical training on hemodynamic response during submaximal and maximal exercise in 11 to 13 year old boys. **Acta Physiologica Scandinavica**. v.87, p.27-39, 1973

FOURNIER, M., RICCI, J., TAYLOR, A. W., FERGUSON, R. J., MONTPETIT, R. R., CHAITMAN, B. R. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, p.453-456, 1982

GILLIAM, T. B., FREEDSON, P. S. Effects of a 12 week school physical fitness program on peak VO₂, body composition, and blood lipids in 7 to 9 year-old children. **International Journal of Sports Medicine**. v.1, n.1, p.73-78, 1980

GODSPINK, G. The combined effect of exercise and reduced food intake on skeletal muscle. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. v.63, p.209-216, 1964

GRODJINOVSKY, A. Training effect on the anaerobic performance of children as measured by the Wingate test. IN: **Proceedings of the 8th Congress of Pediatric Physiology**. New York: Academic, v.10, p.139-145, 1980

GUEDES, D. P., GUEDES, J. E. R. P. Influência da prática da atividade física em crianças e adolescentes: Uma abordagem morfológica e funcional. **Revista da Associação de Professores de Educação Física de Londrina**. V. 10, n.17, p.3-25, 1995

- GUEDES, D.P., GUEDES, J.E.R.P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes.**São Paulo: CLR Baliero, 1997
- HAMILTON, P., ANDREW, G. M. Influence of growth and athletic training on heart and lung function. **European Journal of Applied Physiologic.** v.36, n.1, p.27-38, 1976
- HELANDER, E. A. S. Influence of exercise and restricted activity on the protein composition of skeletal muscle. **Biochemical Journal.** V.78, p.478-482, 1961
- HOLLMAN, W., BOUCHARD, C. Relations between chronological, skeletal age and ergometric characteristics, heart volume, anthropometric dimensions and muscle strength in 8 to 18 year old boys. **Zeitschrift Fur Kreislaufforschung,** v.59, p.160-176, 1970
- HOLLOSZY, J.O. Biochemical adaptations in muscle: effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme in skeletal muscle. **Journal of Biological Chemistry.** V.242, p.2278-2282, 1967
- IMBAR, O., BAR-OR, O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v.18, p.264-269, 1986
- KALBERG, P., TARANGER, J. Somatic development: an introduction. **Acta Paediatrica Scandinavica Supplement,** v.258, p.5-6, 1976
- KATO, S., ISHIKO, T. Obstructed growth of children's bones due to excessive labor in remote areas. IN: KATO, K. **Proceedings of international Congress of Sport Sciences.** Tokio, Japanese Union of Sports Sciences p.479, 1966
- KEMPER, H. C. G., VERCHUUR, R. Maximal aerobic power in 13 and 14 year-old teenagers in relation to biologic age. **International Journal of Sports Medicine,** v.2, n.2, p.97-100, 1981

- KOCH, G., ROCKER, L. Total amount of hemoglobin, plasma and blood volumes, and intravascular protein masses in trained boys. IN: BERG, K., ERRIKSSON, B. O. **Children and Exercise IX**. Baltimore, University Park Press. p.109-115, 1980
- KUROWSKI, T. T. **Anaerobic power of children from ages 9 through 15 years**. Thesis(M. Sc.)- Florida State University. Florida, 1977
- LENGYEL, M., GYARFAS, I. The importance of echocardiography in the assessment of left ventricular hipertrophy in trained and untrained school children. **Acta Cardiologica**. v.34, n.1, p.63-69, 1979
- LOHMAN, T. G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. V.14, p.325 – 357, 1986
- LOPES, A. S. , PIRES NETO, C. S. Composição corporal e equações preditivas da gordura em crianças e jovens. **Revista brasileira de atividade física e Saúde**. v.1, n.4, p. 38 – 52, 1996.
- MAHON, A. D., VACCARO, P. Ventilatory threshold and VO₂MAX changes in children following endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.4, p.425-431, 1989
- MALINA, R. M. Competitive youth sports and biological maturation. IN: BROWN, E. W. and BRANTA, C. F. **Competitive sports for children and youth**, Human Kinetics, Champaign , Illinois, 1988
- MALINA, R. M., BOUCHARD, C. **Growth, Maturation, and Physical Activity**. Champain, Illinois, Human Kinetics Publishers, Inc., 1991
- MALINA, R. M., JOHNSTON, F. E. Significance of age, Sex, and maturity differences in upper arm composition. **Research Quarterly**, v.38, n.2, p.219-230, 1967

- MARCONDES, E. **Crescimento normal e deficiente**. Terceira edição. São paulo, Sarvier editora de livros médicos LTDA, 1989
- MARSHALL, W. A. Puberty. IN: FALKNER, TANNER, J. M. **Human growth**. v.2, Postnatal growth, New Yourk, Plenum, 1978
- MATSUDO, S.M.M. MATSUDO, V.K.R. Validade de auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.5, n.2, p.18-35, 1991.
- MATSUDO, V. K. R., PERAZ, S. M. Teste de corrida de 40 segundos: características e aplicação. IN:**Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão física de São Caetano do Sul, CELAFISCS: Dez anos de contribuição a sciências do esporte**. São Caetano do Sul, p.151-196, 1986
- MATSUDO, V.K.R. **Testes em ciências do esporte**. São Caetano do Sul, SP: CELAFISCS, 1984.
- McARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. I. **Exercise Physiology: energy, nutrition and human performance**. William and Wilkins, 1996
- McDOUGALL, J. D. Maximal aerobic capacity of Canadian schoolchildren: prediction based on age-related oxygen cost of running. **International Journal Sports Medicine**. v.4, p.194-198, 1983
- MIRWALD, R. L. et. al. Longitudinal comparison of aerobic power on active and inactive boys aged 7 to 17 years. **Annals of Human Biology**. V.8, n.5, p.405-414, 1981
- MORGAN, D. W., MARTIN, P. E., KHAHENBUHL, G. S. Factors affecting running economy. **Sports Medicine**, v.7, n.5, p.310-330, 1989

NEVILL, M. E., BOOBIS, L. H., BROOKS, S., WILLIAMS, C. Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting. **Journal of Applied physiology**, v.67, p.2376-2382, 1989

PARISKOVA, J. **Gordura Corporal e Aptidão física**. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982

PATERSON, D. H., CUNNINGHAM, D. A. Development of anaerobic capacity in early and late maturing boys. IN: BINKHORST, R. A., KEMPER, H., SARIS, W.(HRGB). **Children and Exercise IX**. Champaign: Human Kinetics, 1985

PRADO, L. S. Lactate, Ammonia and catecholamine metabolism after anaerobic training. IN: **Children and Exercise XIX**(ARMSTRONG, N., KIRBY, B. J., WELSMAN, J. R.). E, FN Spon, London,1997

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

REYBROUCK, T. M. The use of the anaerobic threshold in pediatric exercise testing. IN: BAR-OR, O., ed. **Advances in pediatric sport sciences**. Champaign, Human Kinetics, v.3, cap.5, p.131-149, 1989

REYBROUCK, T. M., WEYMANS, M., STIJNS, H., KNOPS, J., VANDER HAUWAERT, L. Ventilatory anaerobic threshold in healthy children. **European Journal of Applied Physiology**, v.54, p.278-284, 1985

ROSS, W.D., MARFELL-JONES, M.J. Kineantropometry. In: MacDOUGALL, J.D., WENGER, H.A., GREEN, H.J. (ed.). **Physiological testing of the high-performance athlete**. 2.ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1991. p.223-306.

ROTSTEIN, A., DOTAN, R. BAR-OR, O., TENENBAUM, G. Effect of training on anaerobic threshold, maximal aerobic power and anaerobic performance of

preadolescent boys. **International Journal of Sports Medicine**, v.7, p.281-286, 1986

ROWLAND, T. W. Oxygen uptake and endurance fitness in children: a developmental perspective. **Pediatric Exercise Science**. V.1, p.313-328, 1989

ROWLAND, T. W. Aerobic response to endurance training in prepubescent children: a critical analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.17, n.5, p.493-497, 1985

ROWLAND, T. W. **Developmental Exercise Physiology**. human Kinetics, 1996

SAVOV, S. G. Physical fitness and skeletal maturity in girls and boys 11 years of age. IN: SHEPHARD, R. J., LAVALLÉE, H. **Physical fitness assessment: Practice and Application**. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, p.222-228, 1978

SCHMUCKER, B., HOLLMAN, W. The aerobic capacity of trained athletes from 6 to 7 of age on. **Acta Paediatrica Belgica**. v.28, Suppl., p.92-101, 1974

SHEPHARD, R. J. et. al. Additional physical education in the primary school- A preliminary analysis of the Trois-Rivieres regional Experiment. IN: OSTYN, M., BEUNEM, G., SIMONS, J. **Kinanthropometry II**. Baltimore, University Park Press. p. 306-316, 1980

SHEPHARD, R. J. Radiographic age in the interpretation of physiological and anthropological data. IN: BORMS, J., HEBBELINCK, M. **Pediatric Work Physiology, Medicine and Sport**. Volume11. Basel, karger, p.124-133, 1978

SHEPHARD, R. J. Testes motores e treinamento aeróbio em crianças pré-púberes. **Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina**. v.10, n.17, p.26-35, 1995

SLAUGHTER, M. H. Influence of maturation on relationship of skinfold to body density: a cross- sectional study. **Human Biology**, v.56, n.4, p. 681-689, 1984

SLAUGHTER, M.H., LOHMAN, T.G., BOILEAU, R.A., HORSWILL, C.A., STILLMAN, R.J., VANLOAN, M.D., BEMBEN, D.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**. v.60, p.709-723, 1988.

SOBRAL, F. **Adolescente atleta**. Lisboa, Livros Horizonte, 1988

STANGANELLI, L. C. R. Mudanças no VO2MAX e limiar anaeróbio em crianças pré-púberes ocorridas após treinamento de resistência aeróbia. **Festur**, v.3, n.2, p.42-45, 1991

STEWART, K. J., GUTIN, B. Effects of physical training on cardiorespiratory fitness in children. **Research Quarterly**. v.47, n.2 p.110-120, 1976

TANAKA, H. Predicting running velocity at blood lactate threshold from running performance tests in adolescents boys. **European Journal of Applied Physiology**. v.55, p.344-8, 1986.

TANAKA, H., SHINDO, M. Running velocity at blood lactate threshold of boys aged 6-15 years compared with untrained and trained young males. **International of Sports Medicine Journal**, v.6, p.90-94, 1985 Sex and age

TANNER, J. M. **Growth at adolescent**. Oxford, Blackwell Scientific, 1962

TANNER, J. M. Radiographically determined widths of bone, muscle and fat in the upper arm and calf from age 3 to 18 years. **Annals of human biology**, v.8, n.6, p.495-517, 1981

TANNER, J. M. The regulation of human growth. **Child Development**, v.34, p.817-848, 1963

TOLFREY, K., ARMSTORNG, N. Child- adult differences in whole blood lactate responses to incremental treadmill exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v.29, n.3, p.196-199, 1995

- UNNITHAN, V. B., ESTON, R. G. Stride frequency and submaximal treadmill running economy in adults and children. **Pediatric Exercise Science**. v.2, p.149-155, 1990
- VON DOBELN, W., ERIKSSON, B.O. Physical training, maximal oxygen uptake and dimensions of the oxygen transporting and metabolizing organs in boys 11-13 years of age. **Acta Paediatrica Scandinavica**. v.61, p.653-660, 1972
- WILLAMS, J. R., Armstrong, N. :The influence of age and sexual maturation on children's blood lactate responses to exercise. **Pediatric executive, Science**. V., p.11-120; 1991
- YOSHIDA, T., ISHIKO, I., MURAOKA, I. Effects of endurance training on cardiorespiratory functions of 5 year-old children. **International Journal of Sports Medicine**. v.1, n.1, p.91-94, 1980
- YOST, L. J., ZAUNER, C. W., JAEGER, M. J. Pulmonary diffusing capacity and physical working capacity in swimmers and non-swimmers during growth. **Respiration**. v.42, n.1, p.08-14, 1981