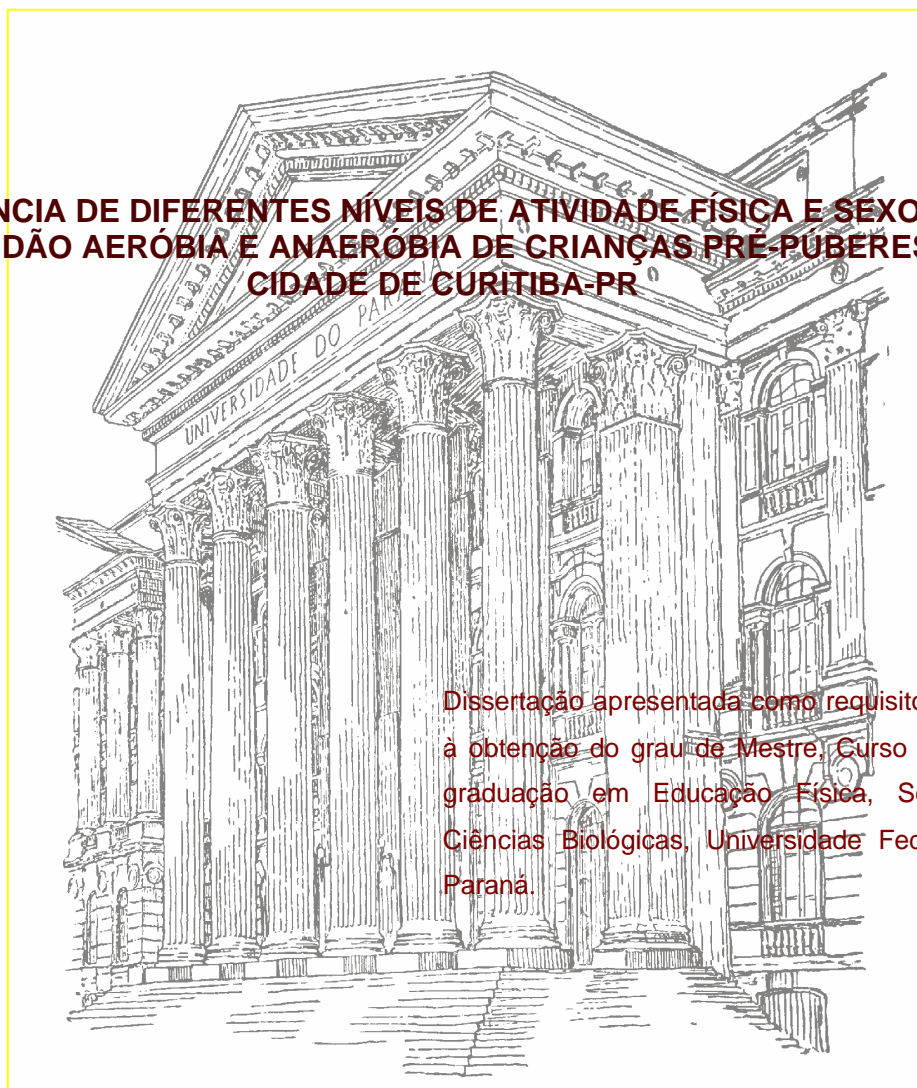


VILMA PINHEIRO DA CRUZ BRUM

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE ATIVIDADE FÍSICA E SEXO SOBRE  
A APTIDÃO AERÓBIA E ANAERÓBIA DE CRIANÇAS PRÉ-PUBERES DA  
CIDADE DE CURITIBA-PR**



Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, Curso de Pós-graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA  
2004**

**VILMA PINHEIRO DA CRUZ BRUM**

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE ATIVIDADE FÍSICA E SEXO SOBRE  
A APTIDÃO AERÓBIA E ANAERÓBIA DE CRIANÇAS PRÉ-PÚBERES DA  
CIDADE DE CURITIBA-PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre, Curso de Pós-  
graduação em Educação Física, Setor de  
Ciências Biológicas, Universidade Federal do  
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Wagner de Campos

**CURITIBA  
2004**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, dando-me equilíbrio para completar esta jornada que, sem dúvida, foi uma das mais difíceis.

Agradeço às pessoas que estiveram envolvidas na realização deste estudo: aos pais e responsáveis por levarem seus filhos ao laboratório e por, pacientemente esperarem a finalização dos testes; às crianças que serviram de sujeitos da pesquisa e que entendiam a seu modo a importância daquilo que faziam; aos técnicos e seus assistentes que tinham trabalho dobrado porque traziam sua equipe inteira para um longo dia de testagem; às escolas que cederam espaço para que as crianças fossem selecionadas e principalmente agradeço aos colegas que ajudaram na coleta de dados, desde aqueles que estiveram presentes quase todos os dias, até os que de última hora foram escalados para prestar ajuda.

Agradeço a minha família e amigos pelos momentos de compreensão. Sem o apoio particular de cada um, o alcance do objetivo de conseguir o título de Mestre seria muito mais árduo.

Agradeço os bons momentos que os colegas de curso me deram e também aos seus constantes incentivos.

Agradeço aos professores que deram sua contribuição direta e/ou indireta a esse trabalho, desde aqueles que iniciaram todo o processo educativo há muitos anos passados.

Meu especial agradecimento ao meu orientador, professor Dr. Wagner de Campos que, além de ser um ótimo profissional, reúne as características que somente um professor de verdade possui, gerando ricas oportunidades e dando incentivo nas horas difíceis.

Obrigada a todos.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Valores da distribuição do piloto referente ao nível de atividade física habitual de crianças pré-púberes.....	53
<b>Tabela 2</b> - Caracterização das atividades e gasto energético.....	55
<b>Tabela 3</b> - Média e desvio-padrão da idade decimal, massa corporal e estatura.....	67
<b>Tabela 4</b> Média e desvio-padrão entre os grupos na variável IMC.....	68
<b>Tabela 5</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Percentual de Gordura.....	69
<b>Tabela 6</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável NAFH.....	71
<b>Tabela 7</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Atividade Vigorosa.....	72
<b>Tabela 8</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Atividade Moderada.....	74
<b>Tabela 9</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Atividade Leve.....	75
<b>Tabela 10</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Atividade MVPA.....	76
<b>Tabela 11</b> - Média e desvio-padrão da Potência Aeróbia Relativa para meninos e meninas.....	79
<b>Tabela 12</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Potência Aeróbia Relativa.....	82
<b>Tabela 13</b> - Média e desvio-padrão da Potência Aeróbia Absoluta para meninos e meninas.....	87
<b>Tabela 14</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Potência Aeróbia Absoluta.....	88
<b>Tabela 15</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Potência Anaeróbia Relativa.....	90
<b>Tabela 16</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Potência Anaeróbia Absoluta.....	95

<b>Tabela 17</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Resistência Anaeróbia Relativa.....	97
<b>Tabela 18</b> - Média e desvio-padrão entre os grupos na variável Resistência Anaeróbia Absoluta.....	99
<b>Tabela 19</b> - Correlações de Pearson para crianças do sexo masculino.....	100
<b>Tabela 20</b> - Correlações de Pearson para crianças do sexo feminino.....	101
<b>Tabela 21</b> - Correlações de Pearson para o grupo Sedentário.....	102
<b>Tabela 22</b> - Correlações de Pearson para o grupo Ativo.....	103
<b>Tabela 23</b> - Correlações de Pearson para o grupo Iniciação Esportiva.....	104
<b>Tabela 24</b> - Correlações de Pearson para o grupo Treinamento Competitivo.....	105

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Interação Grupo x Sexo na variável Potência Anaeróbia Relativa.....	79
<b>Gráfico 2</b> - Interação Grupo x Sexo na variável Potência Anaeróbia Absoluta.....	87

## RESUMO

Este estudo tem como objetivo estabelecer a influência de diferentes níveis de atividade física (sedentário, ativo e atleta) e sexo (masculino e feminino) sobre a aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes da cidade de Curitiba/Pr. A amostra foi constituída por 95 crianças entre 7 e 9 anos, divididas em quatro grupos: Sedentário, Ativo, Iniciação Esportiva e Treinamento Competitivo. Foram mensurados o IMC, Percentual de Gordura através da fórmula de Slaughter (1988), frações do nível de atividade física habitual,  $VO_2$ máx através do protocolo de Balke com análise direta dos gases, Potência e Resistência Anaeróbia através do teste de Wingate e para assegurar que todas as crianças eram pré-púberes utilizou-se a auto-avaliação da maturação sexual segundo a classificação de Tanner para pêlos pubianos. Análise de Variância (two-way) foram calculadas nas variáveis independentes e Correlação de Pearson entre as variáveis dependentes ( $p < 0,05$ ). Os resultados não indicaram diferenças significativas entre os sexos para o NAFH - ( $41,20 \pm 4,43$  para meninos e  $40,45 \pm 7,26$  para meninas). Os meninos obtiveram melhores médias de Potência Aeróbia ( $50,68 \pm 9,81$  vs.  $45,43 \pm 7,03$ ), Potência Anaeróbia ( $8,03 \pm 1,04$  vs.  $7,17 \pm 1,02$ ) e Resistência Anaeróbia ( $6,48 \pm 0,96$  vs.  $5,64 \pm 1,02$ ) do que as meninas que, em contrapartida, apresentaram maiores níveis de adiposidade ( $17,94 \pm 5,92$  vs.  $14,66 \pm 4,51$ ). O NAFH do grupo Sedentário ( $36,22 \pm 1,81$ ) foi significativamente inferior aos demais grupos ( $42,21 \pm 9,67$  Treinamento Esportivo;  $42,24 \pm 3,69$  Iniciação Esportiva e  $42,63 \pm 2,86$  Ativo) os quais não se diferenciaram entre si. A quantidade de Atividade Vigorosa realizada pelo grupo Treinamento Competitivo ( $13,12 \pm 18,58$ ) foi superior aos grupos Ativo ( $2,92 \pm 6,74$ ) e Sedentário ( $3,75 \pm 9,81$ ). As demais frações no NAFH apresentaram diferença significativa comparando o grupo Sedentário com os demais, que não diferiram entre si. O grupo Treinamento Competitivo apresentou valores de Potência Aeróbia ( $53,16 \pm 9,34$ ) superiores aos grupos Ativo ( $45,46 \pm 7,50$ ) e Sedentário ( $44,63 \pm 9,52$ ) e similar ao Iniciação Esportiva ( $48,90 \pm 6,54$ ). A Potência Anaeróbia Relativa obtida pelo grupo Sedentário ( $7,24 \pm 0,84$ ) foi inferior apenas quando comparada ao grupo Treinamento Competitivo ( $9,10 \pm 1,03$ ). A Resistência Anaeróbia Relativa foi superior para o grupo Treinamento Competitivo ( $6,98 \pm 0,69$ ) comparado com os demais ( $5,78 \pm 0,86$  Sedentário;  $5,90 \pm 0,90$  Ativo e  $5,55 \pm 1,22$  Iniciação Esportiva), que não se diferenciaram entre si. As correlações de Pearson não apresentaram significância entre o NAFH e as variáveis de aptidão para os sexos. O NAFH somente apresentou correlação significativa ( $r=0,49$ ) com a Resistência Anaeróbia Absoluta para o grupo Treinamento Competitivo ( $p < 0,05$ ), para os demais não obteve-se nenhuma significância entre o NAFH e as variáveis de aptidão. A Atividade Vigorosa foi a única a apresentar correlação com as variáveis de aptidão física, as demais frações do NAFH apenas correlacionaram-se entre si. Concluiu-se que o NAFH exerce pouca ou nenhuma influência sobre a aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes, entretanto o grupo Treinamento Competitivo se sobressaiu, principalmente na variável Resistência Anaeróbia Relativa, obtendo valores superiores aos demais grupos.

**Palavras-chave:** crianças, nível de atividade física, aptidão aeróbia e anaeróbia.

## ABSTRACT

The aim of this study was to establish the influence of different levels of physical activity (sedentary, active and athlete) and gender (male and female) in aerobic and anaerobic fitness of prepubescent children of Curitiba/Pr. The sample was constituted by 95 children between 7 and 9 years of age. The sample was divided in 4 groups: "Sedentary", "Active", "Sport Beginners" and "Competitive Training". The parameters measured were: BMI, fat mass according to the Slaughter formula (1988), intensities of physical activity level,  $VO_2$ max by the Balke treadmill protocol measuring the gases directly, peak and mean anaerobic power by 30 seconds-Wingate Anaerobic Test. To guarantee that all children were prepubescent, children did the self-assessment of sexual maturation, according to the 5 stages of Tanner for pubic hair. Two-way ANOVA was used as well as Pearson correlation, with alpha level of 0,05. The results indicated no differences between gender in physical activity level (PAL) ( $41,20 \pm 4,43$  boys and  $40,45 \pm 7,26$  girls). Boys had better values of maximal oxygen uptake ( $50,68 \pm 9,81$  vs.  $45,43 \pm 7,03$ ), peak power ( $8,03 \pm 1,04$  vs.  $7,17 \pm 1,02$ ) and mean power ( $6,48 \pm 0,96$  vs.  $5,64 \pm 1,02$ ). On the other hand, girls were had a higher fat content than boys ( $17,94 \pm 5,92$  vs.  $14,66 \pm 4,51$ ). The PAL of "Sedentary" group ( $36,22 \pm 1,81$ ) was lower than the others groups ( $42,21 \pm 9,67$  "Competitive Training";  $42,24 \pm 3,69$  "Sport Beginners" e  $42,63 \pm 2,86$  "Active"). There were no differences among these three groups. "Competitive Training" group had higher values of Vigorous Activity ( $13,12 \pm 18,58$ ) than the "Active" group ( $2,92 \pm 6,74$ ) and "Sedentary" group ( $3,75 \pm 9,81$ ). The others intensities of PAL showed significant difference between "Sedentary" group and the other groups and they did not differ from these three groups. "Competitive Training" showed higher values of aerobic power ( $53,16 \pm 9,34$ ) than "Active" group ( $45,46 \pm 7,50$ ) and "Sedentary" group ( $44,63 \pm 9,52$ ). There were no differences between "Competitive Training" and "Sports Beginners" ( $48,90 \pm 6,54$ ). Peak power obtained by "Sedentary" group ( $7,24 \pm 0,84$ ) was lower just when compared to "Competitive Training" group ( $9,10 \pm 1,03$ ). Mean power was higher to "Competitive Training" group ( $6,98 \pm 0,69$ ) compared to the others ( $5,78 \pm 0,86$  "Sedentary";  $5,90 \pm 0,90$  "Active" e  $5,55 \pm 1,22$  "Sport Beginners"). Pearson's moment correlation did not show significance between PAL and variables related to fitness for males and females. PAL just showed significant correlation ( $r=0,49$ ) with mean power for the "Competitive Training" group, to the other groups there were no correlation between PAL and fitness variables. Vigorous Activity was the only parameter to show correlation with fitness variables. The others intensities of PAL just showed correlation among them. The main conclusion of this study was that PAL has little or no influence in aerobic and anaerobic fitness of prepubescent children. However, "Competitive Training" group had better values for almost all variables, specially mean power.

**Key words:** children, physical activity level, aerobic and anaerobic fitness.



## **1.0 INTRODUÇÃO**

### **1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA**

O metabolismo aeróbio ou oxidativo é o responsável pelo fornecimento de energia para atividades prolongadas, com duração superior a 3 minutos aproximadamente. As vias aeróbias de produção de energia incluem o ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs e a cadeia de transporte de elétrons. Quando o sistema se utiliza da gordura, a capacidade total de geração de energia torna-se grande, um grama de gordura contém aproximadamente 9kcal de energia, enquanto os carboidratos geram menos da metade, 4kcal de energia por grama (POWERS e HOWLEY, 2001; COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA, 1996). A aptidão aeróbia é a capacidade que um indivíduo tem de realizar, antes da exaustão, exercícios rítmicos que envolvam os grandes grupos musculares, que utilizam predominantemente o metabolismo energético aeróbio, tais como corridas, ciclismo e natação.

A aptidão anaeróbia é a capacidade de desempenhar atividades físicas com a utilização do metabolismo predominantemente anaeróbio. O metabolismo anaeróbio fornece energia para a contração muscular através de duas vias metabólicas: a via anaeróbia alática e através da glicólise anaeróbia. A via metabólica alática se utiliza principalmente dos fosfagênios armazenados que são os ATPs já formados na musculatura e a fosfocreatina (PC) para disponibilizar energia de forma imediata e a glicólise anaeróbia é uma reação mais complexa que degrada a glicose em piruvato ou até lactato. Se existe a presença, ainda que deficitária, de oxigênio, o piruvato é formado. Quando o oxigênio é insuficiente o produto final será o lactato (COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA, 1996). Essas vias metabólicas possuem uma alta potência, entretanto, sua capacidade total é limitada, sendo caracterizada por sua curta duração. A contribuição anaeróbia se torna drasticamente reduzida em menos de dois minutos da duração de um exercício, dando lugar a predominância da via aeróbia. A medida que a duração do exercício for aumentando e a intensidade do exercício ultrapassar de 50-70% do  $VO_{2máx}$  a contribuição do sistema anaeróbio tornar-se-á maior novamente (VAN PRAAGH,

1998; ROWLAND, 1990). Dessa forma, todas as vias de ressíntese de ATP operam ao mesmo tempo, e requerem alta capacidade do sistema cardiorrespiratório. O metabolismo anaeróbio sempre é requisitado quando do início de qualquer exercício, após a contribuição maior é da via aeróbia e nos minutos finais o metabolismo anaeróbio volta a desempenhar papel importante, entretanto com curta duração, fator atribuído a baixa quantidade de substratos armazenados utilizados pela via alática de formação de energia e devido a acidose que o sistema láctico induz no organismo.

As atividades realizadas no cotidiano, como mover objetos, subir escadas, entre outras, são classificadas como pertencentes ao tipo de exercício anaeróbio devido às suas características de duração e intensidade. Essas atividades anaeróbias são muito presentes no dia-a-dia das pessoas e principalmente das crianças, devido ao ímpeto natural da criança por desempenhar atividades físicas cujas características são de curta duração, sem mencionar a importância do metabolismo anaeróbio nas práticas desportivas e em exercícios de alta intensidade.

A aptidão física aeróbia e anaeróbia são constituintes da aptidão física geral que é uma série de atributos relacionados com a capacidade de um indivíduo realizar atividade física, a qual é influenciada por vários fatores que compreendem desde os hábitos alimentares, passando pelo estado de saúde e quantidade de exercício habitual, até as questões genéticas.

Todos os componentes da aptidão física geral podem responder de forma positiva ao treinamento. A literatura aponta que em adultos: a) a força muscular e a resistência muscular podem ser desenvolvidas com treinamento regular específico (POLLOCK e WILMORE, 1993); b) o consumo de oxigênio é influenciado pelos exercícios físicos regulares em indivíduos adultos e a quantidade de exercício físico habitual correlaciona-se positivamente com o pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2pico}$ ) (TALBOT, METTER e FLEG, 2000); c) o treinamento de cunho predominantemente anaeróbio é capaz de induzir uma série de modificações fisiológicas que levam os indivíduos a melhorarem sua performance anaeróbia. E é sabido que os indivíduos mais ativos são mais saudáveis e apresentam menor incidência de obesidade, entre outras doenças crônico-degenerativas.

Entretanto, em crianças, pouco se sabe da relação entre a quantidade de exercício físico habitual e o condicionamento aeróbio e anaeróbio, pois a prática de

atividade física na infância é uma constante. Cinco semanas de exercícios já contribuem com um aumento no pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2\text{pico}}$ ) em  $9,5\pm 6\%$ ,  $P < 0,05$  em crianças pré-púberes (ELIAKIM, SCHEETT, ALLMENDINGER, BRASEL e COOPER, 2001).

Alguns estudos apontam uma relação positiva significativa entre os níveis de atividade física e a aptidão física geral em crianças pré-púberes (ELIAKIM, et al., 2001; ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW, 1999) entretanto, a maioria desses estudos foram realizados sendo a amostra constituída por sujeitos sedentários e ativos. Tem-se um bom entendimento da diferença entre esses dois grupos, todavia pouco se sabe da diferença entre crianças que praticam esportes competitivos com treinamento de especialização aprofundada e crianças consideradas ativas, mas que não estão engajadas em atividades esportivas competitivas regulares e intensas.

Devemos lembrar que o esporte não é uma simples atividade física, pois além de requerer um bom estado nutricional, gasto energético, volume e intensidade de treinamento altos, ele envolve fatores psicológicos e estresse emocional inerentes às competições. Para GUEDES e GUEDES (1995), esporte pode ser definido como um “sistema ordenado de práticas corporais de relativa complexidade que envolve atividades de competição institucionalmente regulamentadas, que se fundamentam na superação de competidores ou de marcas/resultados anteriores estabelecidos pelo próprio esportista”. Por causa disso, a participação de esportes durante a infância esta sujeita a riscos principalmente se o treinamento for realizado em demasia, sendo os mais freqüentes relacionados a reações fisiológicas anormais, a lesões no esporte e frente a doenças infecciosas (CRUZ, 2001). Entretanto, acredita-se o treinamento físico sistematizado traga benefícios significativos, além daqueles esperados com a atividade física em geral como o aumento de força e massa muscular, melhora da formação óssea, aumento da flexibilidade, redução da gordura corporal, redução de estresse e ansiedade, melhora da eficiência cardiopulmonar, redução dos fatores de risco para doenças coronarianas, entre outros.

As crianças pré-púberes podem ser consideradas como o grupo mais ativo fisicamente quando comparado com adultos e adolescentes, por isso, normalmente, apresentam uma aptidão física geral desejável. Por serem mais ativas, a relação entre nível de atividade física e aptidão física é difícil de ser pontuada em crianças. O alto volume e intensidade de exercício que as crianças desempenham

naturalmente seria suficiente para garantir a contento o desenvolvimento da aptidão aeróbia e anaeróbia? A aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças engajadas em programas de treinamento esportivo regular é significativamente superior quando comparadas com crianças que apesar de não estarem envolvidos em esportes de rendimento têm uma prática habitual de exercícios alta, sendo consideradas ativas? A aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças engajadas em programas de treinamento esportivo regular de cunho competitivo é significativamente superior quando comparadas com crianças envolvidas em esportes porém em âmbito de aprendizado? Dessa forma, qual é a influência de diferentes níveis de atividade física e sexo sobre a aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes de ambos os sexos?

O crescimento, desenvolvimento físico e maturação biológica influenciam diretamente a performance das crianças nos esportes e atividade física em geral, dessa forma, este trabalho irá focalizar sua atenção em indivíduos pré-púberes na faixa etária entre 7 e 9 anos, idade na qual ainda não se observam as influências ocasionadas pelo início da puberdade, as quais não irão ser abordadas neste trabalho.

O entendimento do desenvolvimento fisiológico das crianças pré-púberes, suas potencialidades e diferenças na aptidão física relacionada à saúde e à performance é imprescindível. Devemos estudar essa faixa etária pois ao deixarmos de considerar a criança como um indivíduo fisiologicamente diferente do adulto, podemos prejudicá-la por não prestarmos atenção na melhor forma de trabalhar com a atividade física para essa população, seja em uma aula de Educação Física, ou em qualquer outra forma de exercício programado ou prática de esporte e não atendendo suas necessidades prioritárias relacionadas ao desenvolvimento da aptidão física geral. A maioria dos profissionais formados em Educação Física trabalha diretamente com crianças, porém poucos estão atentos para os aspectos relacionados ao impacto da atividade física na criança. É, assim, de suma importância, o conhecimento das particularidades da fisiologia infantil e sua implicação no que diz respeito à prática de esportes e aptidão física.

Entretanto, ainda são poucos os trabalhos científicos desenvolvidos com crianças nessa área, pois existe uma certa dificuldade em se estudar aspectos fisiológicos do exercício para essa população, devido aos aspectos éticos e técnicos

que são inerentes a esse tipo de pesquisa. Segundo ROWLAND (1996), as crianças são consideradas como um grupo especial, vulnerável, e incapaz de decidir por si só sua inclusão em um grupo de pesquisa, por não entender claramente o que a pesquisa vem a ser e por legalmente serem impossibilitadas de consentir em servir como sujeitos de um estudo, visto que são menores de 18 anos. Além disso, a pesquisa com crianças requer a utilização de equipamentos e protocolos para testes específicos, sendo muito mais difícil estabelecer a influência e efeitos do treinamento físico em crianças, uma vez que essas estão em franco desenvolvimento dos seus sistemas devido à maturação biológica normal. Constituindo-se, dessa forma, em uma ampla área a ser pesquisada.

## **1.2 OBJETIVOS**

### Objetivo geral

Estabelecer a influência de diferentes níveis de atividade física e sexo sobre indicadores fisiológicos da aptidão aeróbia e anaeróbia em crianças pré-púberes participantes e não participantes de programas regulares de treinamento esportivo.

### Objetivos específicos

1. Quantificar o nível de atividade física em crianças pré-púberes;
2. Relacionar os níveis de atividade física com indicadores fisiológicos da aptidão aeróbia e anaeróbia;
3. Analisar as diferenças entre os sexos, na relação entre nível de atividade física e indicadores fisiológicos da aptidão aeróbia e anaeróbia;
4. Comparar os indicadores fisiológicos da aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças sedentária, ativas, participantes de treinamento regular de cunho competitivo e participantes de treinamento regular de iniciação esportiva;
5. Estabelecer a relação entre os diferentes indicadores fisiológicos da aptidão aeróbia e anaeróbia nos diferentes níveis de atividade física das crianças.

### 1.3 HIPÓTESES

1. Independente do sexo, crianças participantes de treinamentos esportivos de especialização aprofundada de cunho competitivo não terão valores de pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2pico}$ ), de potência anaeróbia máxima (PP - *peak power*) e capacidade anaeróbia (MP - *mean power*) significativamente diferentes desses índices fisiológicos obtidos por crianças ativas;
2. Independente do sexo, crianças participantes de treinamento de iniciação esportiva não terão valores de  $VO_{2pico}$ , PP e MP significativamente diferentes desses índices fisiológicos obtidos por crianças ativas;
3. Independente do sexo, crianças participantes de treinamentos esportivos de especialização aprofundada de cunho competitivo não terão valores de  $VO_{2pico}$ , PP e MP significativamente diferente desses índices fisiológicos obtidos por crianças participantes de treinamento de iniciação esportiva;
4. Independente do sexo, crianças participantes de treinamentos esportivos de especialização aprofundada de cunho competitivo e de iniciação esportiva não apresentarão especificidade das vias metabólicas de formação de energia, apresentando altos índices fisiológicos tanto de metabolismo aeróbio ( $VO_{2pico}$ ) quanto de metabolismo anaeróbio (PP e MP);
5. Independente do sexo, as crianças ativas apresentarão nível de atividade física habitual (kcal/kg/dia) similar às crianças participantes de treinamentos esportivos de especialização aprofundada de cunho competitivo e de iniciação esportiva;
6. Independente do sexo, crianças ativas, participantes ou não de treinamentos esportivos, apresentarão diferenças significativas no  $VO_{2pico}$ , PP e MP comparadas com crianças sedentárias;
7. Independente do sexo, crianças ativas, participantes ou não de treinamentos esportivos, apresentarão diferenças significativas no nível de atividade física habitual comparadas com crianças sedentárias;
8. Independente do nível de atividade física, crianças do sexo masculino apresentarão valores de  $VO_{2pico}$ , PP e MP significativamente maiores que crianças do sexo feminino.

9. Independente do nível de atividade física, crianças do sexo masculino apresentarão valores de nível de atividade física habitual significativamente maiores que crianças do sexo feminino.

## **2.0 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CRESCIMENTO E MATURAÇÃO BIOLÓGICA DAS CRIANÇAS**

É sabido que existem inúmeras diferenças físicas entre adultos e crianças. Essas diferenças são muito mais complexas do que apenas altura, tamanho e peso corporal. As crianças estão se desenvolvendo o tempo todo e seus sistemas estão em fase de crescimento, desenvolvimento e maturação. Apesar de poder acontecer concomitantemente, o processo de crescimento que corresponde a uma alteração física no tamanho do corpo como um todo e suas partes resultante de hipertrofia, hiperplasia e/ou agregação celular difere do processo de desenvolvimento que é caracterizado por um fenômeno mais amplo cujas modificações funcionais podem contemplar aspectos tanto quantitativos quanto qualitativos, uma vez que é a forma pela qual o organismo ou parte desse evolui, se diferencia e se especializa; inclusive em termos comportamentais. Já o processo de maturação é caracterizado por um conjunto de mudanças fisiológicas que ocorrem de forma ordenada a fim de se atingir o padrão maduro do organismo, ou seja, um padrão conhecido de desenvolvimento no qual a criança irá culminar em um indivíduo adulto (MAFFULLI, BAXTER-JONES, THOMPSON e MALINA, 2002, p. 42-49; GARRETT e KIRKENDALL, 2000, p. 425; GUEDES e GUEDES, 2000, p. 12-13; ROWLAND, 1996, p. 3; MALINA e BOUCHARD, 1991, p. 3-4).

O desenvolvimento da criança depende diretamente da fase maturacional na qual ela se encontra. Dependendo disso, a criança pode ter um padrão diferenciado de mudanças em seu organismo que afetam diretamente sua performance esportiva e que também podem vir a mudar as suas respostas fisiológicas durante a prática de exercício físico.

A maturação biológica ocorre de forma muito variada e individualizada. Podemos tomar como exemplo três crianças com a mesma idade e estatura (1,30m). Aparentemente, elas se encontrariam no mesmo nível de maturação, porém elas podem não estar no mesmo nível, pois na idade adulta (que corresponde ao 100% de estatura) elas certamente não terão a mesma altura, uma pode chegar a ter 1,80m, a segunda 1,70m a terceira 1,60m. A criança que tem a mesma altura que as



demais, e que no futuro será a mais baixa (1,60m), com relação às outras duas, está relativamente mais desenvolvida nessa determinada ocasião, pois atingiu um percentual maior de sua estatura adulta (81%) (ROWLAND, 1996, p. 3). Portanto, a idade cronológica não deve ser considerada como um indicador real da maturação biológica na qual a criança se encontra. As variações de quaisquer aspectos fisiológicos são individuais e diferem de forma significativa de uma criança para outra. Numa atividade física a criança que estiver em um estado mais maduro que as demais vai se encontrar em vantagem sobre as outras (ROBERGS e ROBERTS, 1997, p. 614).

A maturação biológica pode ser dividida em dois componentes: a época em que as mudanças ocorrem (*timing*) e a taxa em que a maturação se processa (*tempo*). Exemplos do primeiro: a idade de menarca, a idade do estirão de crescimento, entre outros; exemplos do último: o quão rápido ou lento uma pessoa passa do estágio inicial de maturação sexual até o estágio maduro (MAFFULLI, et al., 2002, p. 42-49). A maturação dos diferentes sistemas segue um ritmo característico padrão. Por exemplo: a maturação do sistema nervoso acontece de forma muito mais drástica no começo da infância e se desacelera durante o decorrer dessa fase. Já com a maturação sexual ocorre o oposto; durante a primeira infância poucas mudanças são notadas, vindo a ocorrer próximos à puberdade os primeiros sinais significativos de maturação sexual.

As curvas de crescimento também seguem o mesmo padrão de desenvolvimento para todas as crianças, porém variam em termos de idade cronológica. As curvas dos diversos sistemas (massa muscular, força, tamanho dos pulmões, coração, etc.) sofrem influências tanto relacionadas à genética, quanto aos fatores extrínsecos do ambiente. São estes: nível de atividade física, composição corporal, nutrição, nível sócioeconômico, influência cultural, gênero e além disso também podemos citar as diferenças étnicas, clima e localização geográfica. Dentre esses fatores uma dieta apropriada é, provavelmente, o fator mais crítico na influência do desenvolvimento biológico. Uma dieta inadequada ou deficiência em algum componente da dieta pode afetar de forma significativa o desenvolvimento normal da criança.

ROWLAND (1996, p. 14) afirma que a atividade física não tem efeito sobre a estatura e maturação esquelética da criança, mas é fator determinante com relação

ao peso corporal. A atividade física contribui para a redução de gordura, aumento da massa muscular e aumento da densidade óssea. Devemos lembrar também que o estado de saúde da criança é um fator importantíssimo que pode vir a comprometer a taxa de crescimento e desenvolvimento normal da criança.

As informações genéticas herdadas de pais e mães têm influência tanto no tamanho corporal quanto nas características físicas. Estudos feitos com gêmeos idênticos e fraternos levaram os pesquisadores a sugerir que a contribuição genética para a estatura da criança é de aproximadamente 60%, sendo de 60% também o valor calculado da contribuição genética para o comprimento e diâmetro ósseo. Com relação ao peso corporal, a herança genética é menor, sendo calculada em apenas 40% (ROWLAND, 1996, p. 13).

Podemos identificar alguns fatores que ajudam-nos a reconhecer em que fase a criança se encontra; são eles: a maturação morfológica, a maturação esquelética e a maturação sexual. A dentição também é uma técnica que pode ser utilizada, porém esta não é muito comum (DOCHERTY, 1996, p. 129). No desenvolvimento normal, a idade cronológica coincide com a idade biológica (WEINECK, 2000, p. 248).

**Maturação morfológica** – O tamanho corporal, peso e altura, são indicativos de fácil observação para se identificar o nível de maturação biológica de uma criança. A curva de crescimento é um dos modelos utilizados nessa tentativa pois tem um padrão que não varia muito durante a infância, apesar de existirem consideráveis diferenças entre crianças da mesma idade, tanto em relação à época em que as mudanças morfológicas ocorrem, quanto nos próprios valores de peso e estatura.

A fase em que a criança mais se desenvolve é na primeira infância, na qual o peso de nascimento pode ser triplicado ao se atingir um ano de idade. Durante o decorrer da infância, a criança tem uma desaceleração da velocidade de crescimento inicial, e passa a ter um ganho de peso e em estatura estável ano a ano. Outro pico de crescimento acontece no início da adolescência, entre 10 e 12 anos para meninas e até dois anos mais tarde em meninos (ROWLAND, 1996, p. 6).

As crianças têm uma maior área de superfície corporal em relação a sua massa ou uma maior relação superfície/volume. A razão entre essas duas variáveis diminui com o crescimento. O entendimento dessa relação é importante para

compreendermos os princípios de termorregulação e metabolismo energético da criança.

**Maturação esquelética** - O crescimento esquelético é o melhor indicador da maturação biológica das crianças e pode ser utilizado desde o nascimento até a fase adulta (DOCHERTY, 1996, p. 136). As extremidades ósseas crescem progressivamente durante a infância através do processo de proliferação das células cartilaginosas da epífise dos ossos. O padrão adulto é alcançado quando essa multiplicação cessa e os ossos tornam-se completamente ossificados. Utilizando a técnica dos raios X, podemos determinar a idade óssea de uma criança através da análise dos ossos de suas mãos medindo sempre o segundo metacarpo, entre outras técnicas. Segundo MALINA e BOUCHARD (1991), esses estudos radiográficos focalizam basicamente três aspectos: a espessura total, a espessura da medula ou cavidade medular e a espessura do córtex ou osso compacto. A maturação esquelética tem sido considerada a melhor forma de se determinar a maturação biológica, por estar ligada diretamente tanto ao desenvolvimento morfológico quanto sexual (ROWLAND, 1996, p. 12).

**Maturação sexual** – Outro indicador que nos ajuda a identificar em que estágio a criança se encontra é a maturação sexual, o acompanhamento das características sexuais é um método prático e fácil de estimar a maturação biológica da criança (DOCHERTY, 1996, p. 142). A maturação sexual acontece através da secreção hormonal pelo hipotálamo, hipófise e gônadas, o que induz a criança a passar por mudanças anatômicas e fisiológicas que resultarão no indivíduo adulto capaz de se reproduzir.

Os estágios da maturação sexual são identificados através do reconhecimento das características sexuais secundárias das crianças. A padronização das fases do desenvolvimento das características sexuais foi feita em cinco estágios que são clássicos para a determinação da maturação sexual propostos por Tanner. São observados o desenvolvimento das mamas, idade em que ocorre a menarca em meninas; o desenvolvimento das genitálias em meninos e dos pêlos pubianos em ambos (TANNER<sup>1</sup> apud GUEDES e GUEDES, 2000, p. 102).

A classificação das características sexuais dos indivíduos pode ser feita através da observação clínica que consiste no método de observação direta do

sujeito por um médico e através do método da auto-avaliação no qual o próprio indivíduo indica seu desenvolvimento atual comparando-se com figuras ou fotos que indicam as demais fases, sendo a fase 1 característica de indivíduos pré-púberes e a fase 5 própria de indivíduos já adultos. A validade desse último método é muito contestada, entretanto não é invasiva e causa menor constrangimento aos sujeitos. Segundo DOCHERTY (1996) a utilização de fotos causa menos acanhamento para as crianças e adolescentes.

A idade da menarca e volume mamário para meninas; desenvolvimento dos pêlos axilares e volume testicular para meninos são outras formas diretas de avaliar a maturação sexual dos indivíduos.

As características secundárias sexuais podem se desenvolver num período de até quatro anos, respeitando as diferenças individuais de cada pessoa (ROWLAND, 1996, p. 9). A partir do momento em que todas as características sexuais secundárias estão desenvolvidas, a criança passa a ser considerada adolescente. A adolescência varia dos 13 aos 20 anos aproximadamente. Antes do início de quaisquer alterações fisiológicas induzidas pela puberdade as crianças são denominadas de pré-púberes.

Devido aos processos de desenvolvimento, crescimento e maturação biológica serem interdependentes, as variáveis fisiológicas estão diretamente relacionadas. Por exemplo, o  $VO_2$ máx é influenciado pela função pulmonar, cardíaca, volume sangüíneo, conteúdo de hemoglobina, distribuição dos vasos, capacidade aeróbia, função muscular, entre outras. Todas essas variáveis se desenvolvem de forma diferenciada, sendo difícil conseguir determinar até que ponto a atividade física influencia o desenvolvimento do  $VO_2$ máx (ROWLAND, 1996, p. 4).

Muito tem-se pesquisado sobre a influência da atividade física intensa sobre a maturação sexual das criança e adolescentes. Alguns autores (SCHNIRRING, 2001; BLIMKIE e BAR-OR, 1995) afirmam efeitos negativos do treinamento vigoroso sobre o sistema endócrino, principalmente em crianças do sexo feminino. O atraso da menarca é comumente relatado nesses casos, assim como um ciclo menstrual irregular e amenorréia.

Contudo, acredita-se que tais sinais não tenham um efeito deletério durante o crescimento ou que possam influenciar negativamente a capacidade reprodutiva da

---

<sup>1</sup> TANNER, J. M. **Growth at adolescence**. 2. ed. Blackwell Scientific Publications : Oxford, 1962.

mulher adulta. Porém, o atraso da menarca não deve ultrapassar os 13 a 14 anos, e episódios de amenorréia não devem ser superiores a 5 anos, ou devem ser regularizados até os 18 anos de idade. As características sexuais secundárias em meninas devem se desenvolver até os 14 anos (ROWLAND, 1990, p. 247-249), caso contrário deve-se fazer um diagnóstico para investigar possíveis problemas.

A influência do exercício no sistema endócrino depende do tipo, da frequência e da intensidade do exercício. Exercícios de *endurance* apresentam uma maior probabilidade de incidirem em amenorréia, contudo treinamentos de longa distância que não superem aproximadamente 16 a 21 km por semana não apresentam grande risco de desenvolvimento de tais quadros. As explicações para ciclos irregulares, amenorréia e atraso da menarca são semelhantes: baixo percentual de gordura, estresse físico e mental e esgotamento físico (ROWLAND, 1990, p. 249-250).

Em estudo realizado por GEORGOPOULOS, MARKOU, THEODOROPOULOU, PARASKEVOPOULO, VARAKI, KAZANTZI, LEGLISE e VAGENAKIS (1999) em 255 atletas de ginástica rítmica desportiva (GRD) entre 11 e 23 anos, a idade da menarca foi significativamente atrasada em relação a idade da menarca de suas respectivas mães e irmãs, sendo que apenas 23% delas reportaram ter tido menarca e das meninas que não apresentaram a menarca 20% tinha idade superior a 15 anos.

Em indivíduos do sexo masculino, um quadro oposto pode ser constatado, crianças que participam de atividade esportivas intensas têm o início da puberdade antecipado, o que acaba favorecendo a participação em muitos esportes (ROWLAND, 1990, p. 249-250).

Outra vertente de pesquisadores creditam tais quadros à seleção natural do esporte. Entretanto, alguns autores preferem não atribuir à atividade física uma possível efeito influenciador sobre a maturação sexual de crianças tanto do sexo masculino quanto do feminino, pois consideram que o desenvolvimento pubertal se presta de forma multifatorial, tais como: restrição calórica, hábitos noturnos, distúrbios hormonais, estresse psicológico, lesões, entre outros (GEORGOPOULOS, et al., 1999, p. 4525-4530; CHEUNG e RICHMOND, 1995, p. 100).

Dessa forma, o crescimento, o desenvolvimento e a maturação biológica são fatores que desempenham grande influência sobre os sistemas fisiológicos, inclusive sobre os sistemas energéticos aeróbio e anaeróbio.

## **2.2 METABOLISMO AERÓBIO**

Os determinantes da performance aeróbia durante o crescimento ainda são muito discutidos, acredita-se que os principais aspectos estejam relacionados com o sistema cardiovascular, o sistema pulmonar, a musculatura esquelética, os substratos, a economia em exercícios submáximos, a atuação neuromuscular e a termorregulação; fatores esses que vão desde o transporte de oxigênio pelos pulmões até sua utilização celular pelas mitocôndrias. Qualquer alteração em quaisquer das estruturas envolvidas no processo de geração de energia aeróbia pode influenciar o desenvolvimento do sistema aeróbio na criança. Crianças com doenças crônicas pulmonares apresentam valores de  $VO_2máx$  inferiores em 50% em relação a crianças saudáveis. Outro exemplo é a redução na concentração de hemoglobina entre 1 e 2 gramas, que pode acarretar uma diminuição do tempo de realização de um exercício em esteira em aproximadamente 20% (ROWLAND, 1996, p. 73).

A composição corporal também é fator interveniente no desempenho aeróbio. O percentual de gordura influencia a performance principalmente nos testes de esteira (ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW, 1999, p. 1428-1435).

O metabolismo aeróbio está relacionado com o tipo de tarefa realizada. Dependendo do tipo de exercício, esse pode requerer mais ou menos habilidade da criança durante sua realização. Não só o tipo de exercício em questão influencia a quantificação do metabolismo aeróbio, mas também como é medido e qual protocolo é utilizado. Quando o  $VO_2máx$  é medido através de protocolos que utilizam a esteira, apresenta um percentual de 5-10% maior que o  $VO_2máx$  medido por um protocolo utilizando a bicicleta ergométrica. Essa diferença é ainda maior quando o protocolo se utiliza de exercícios de braço. Devemos então, evitar predizer o  $VO_2máx$  em um tipo de tarefa quando na verdade o protocolo utilizado foi para outro (MALINA e BOUCHARD, 1991, p. 206). O valor absoluto de  $VO_2máx$  pode ser relacionado à massa corporal, altura, massa magra, volume de massa magra na perna, maturação esquelética, entre outros. Isso também pode vir a influenciar a análise do  $VO_2máx$  durante o crescimento. Existe uma preocupação em se determinar qual tipo de teste mais relaciona o  $VO_2$  e o desenvolvimento normal das dimensões corporais da criança. A forma ideal ainda é desconhecida, porém acredita-se que o  $VO_2máx$



relativo a massa corporal é o que melhor relata os valores reais de consumo de oxigênio em crianças (WEINECK, 2000, p. 265; ROWLAND, 1990, p. 55). Em contrapartida, MALINA e BOUCHARD (1991) afirmam que a melhor maneira de se correlacionar o  $VO_2$ máx com o crescimento é corrigindo o valor absoluto pela massa magra, afirmando contudo que a diferença entre os gêneros ainda pode persistir com a utilização dessa técnica.

No entanto, vale lembrar que obter dados relativos a performance aeróbia em crianças de 10 anos ou menos é uma tarefa difícil por requerer que a criança se exercite por vários minutos, siga um determinado ritmo preestabelecido de exercício, ou se exercite até a exaustão.

A aptidão física aeróbia está relacionada a três componentes básicos: a) Potência aeróbia máxima ( $VO_2$ máx) ou pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2pico}$ ); b) Eficiência mecânica ou economia no processo de energia aeróbia e c) Capacidade aeróbia ou *endurance* aeróbio.

**Consumo de oxigênio** – A potência aeróbia máxima corresponde a intensidade máxima de exercício que pode ser realizada em uma condição de aerobiose estacionária (POLLOCK e WILMORE, 1993, p. 87). Pode ser considerado um dos melhores indicadores fisiológicos da aptidão cardiorrespiratória em sujeitos adultos de ambos os sexos (TALBOT, METTER e FLEG, 2000, p. 11).

Do ponto de vista prático, a potência aeróbia máxima coincide com o platô de consumo de oxigênio. Esse platô ( $VO_2$ máx) não é sempre observado quando o teste é realizado principalmente com crianças, pois depende de como é realizado o teste e qual protocolo foi utilizado, por isso o valor mais alto de  $VO_2$  alcançado é tomado e chamado de pico de  $VO_2$ . Seus valores são semelhantes ou iguais ao de  $VO_2$ máx (DOCHERTY, 1996, p. 184). Desse modo, podemos considerar como sinônimos potência aeróbia máxima, consumo máximo de oxigênio,  $VO_2$ máx e capacidade máxima de oxigênio, já que o  $VO_2$ máx “indica a maior quantidade de oxigênio que um indivíduo é capaz de utilizar sob o exercício mais extenuante” (POLLOCK e WILMORE, 1993, p. 88), em outras palavras, o maior volume de oxigênio que pode ser consumido pelo corpo por unidade de tempo (BAR-OR, 1983, p. 3).

O consumo de oxigênio é um dos indicadores mais representativos das adaptações cardiorrespiratórias durante o exercício máximo porque está relacionado diretamente com o débito cardíaco e resume o que está ocorrendo no sistema de

transporte de oxigênio, inclusive em termos de sua utilização celular, portanto, largamente utilizado. O  $VO_2$ máx pode ser expresso em termos absolutos ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ ) ou em termos relativos, corrigindo-se para o peso corporal” (COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA, 1996, p. 19). Em termos relativos, a unidade de medida é em mililitros de oxigênio por quilograma de peso por minuto ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), ou também pode ser expresso em  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \text{LBM} \cdot \text{min}^{-1}$ , onde LBM é o peso livre de gordura ou massa magra. Quando a variável mais importante a ser observada é a eficiência de um indivíduo em mobilizar seu corpo de um lugar para o outro ou mobilizar seu peso corporal devemos nos utilizar do  $VO_2$ máx quando expresso em  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . Quando a eficiência cardiorrespiratória é a variável mais importante devemos corrigir a fórmula pela massa magra ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \text{LBM} \cdot \text{min}^{-1}$ ) (POLLOCK e WILMORE, 1993).

Um  $VO_{2\text{pico}}$  ou  $VO_2$ máx alto reflete uma boa função do sistema cardiorrespiratório, capaz de realizar tarefas submáximas comparativamente com menos fadiga. Comparados com adultos, indivíduos jovens geralmente têm o  $VO_{2\text{pico}}$  menor, quando expresso em  $l \cdot \text{min}^{-1}$ . O consumo máximo de oxigênio pode crescer linearmente até os 16 e 13 anos em meninos e meninas respectivamente, permanecendo em um platô durante a adolescência (REF). O  $VO_2$ máx é relativamente estável para meninos (entre 50 e 55  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e decresce apenas de forma sutil para meninas (de 50 para 40  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) durante o crescimento (DOCHERTY, 1996). Esse decréscimo do  $VO_2$ máx em sujeitos do sexo feminino está associado ao aumento de tecido adiposo e conseqüente modificação na composição corporal. Somada a essa mudança fisiológica devemos considerar uma mudança de hábitos de vida adotada pelas mulheres, principalmente a partir do 13 anos de idade, que tende ao sedentarismo, o que não acontece com os homens. Em crianças entre 3 e 6 anos de idade os valores de  $VO_2$ máx são um pouco menores, aproximadamente 42  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Com a prática de exercício físico regular o  $VO_2$ máx em valores relativos ao peso corporal aumenta com a idade ao invés de se manterem estáveis em meninos treinados. E em meninas treinadas esses valores tendem a se manter estáveis ao invés de diminuir (DOCHERTY, 1996). Porém, em todas as idades os meninos apresentam valores médios de  $VO_2$ máx superiores aos obtidos pelas meninas (ROWLAND, 1990). Antes dos 10-12 anos o  $VO_2$ máx absoluto em meninas atinge



cerca de 85 a 90% do valor médio alcançado por meninos, depois da puberdade esse percentual diminui para 70% (MALINA e BOUCHARD, 1991).

O  $VO_2$ máx se desenvolve proporcionalmente ao crescimento corporal, logo as mudanças no  $VO_2$ máx relacionado ao peso corporal são relevantes, porém quando analisamos o desenvolvimento do  $VO_2$ máx e o processo de crescimento, observa-se que o último parece acontecer de forma mais rápida que o desenvolvimento do primeiro (ROWLAND, 1996).

O  $VO_2$ máx está relacionado com o tamanho corporal, condição maturacional e sexo, porém apenas esses três fatores não conseguem explicar o grande desvio padrão que existe entre os indivíduos, cerca de 15%. Fatores estruturais, biológicos e fisiológicos também estão associados a aptidão aeróbia, entre eles temos a frequência cardíaca, quantidade de hemoglobina no sangue, volume sangüíneo, volume de ejeção e débito cardíaco. Logo, o  $VO_2$ máx em crianças se desenvolve também em função do desenvolvimento do sistema de transporte de oxigênio e a capacidade de extração de oxigênio do sangue, o que possibilita uma renovação dos estoques de ATP e substratos utilizados pelo músculo durante o exercício. Entretanto, esses fatores periféricos ainda não são muito bem compreendidos, uma vez que a capacidade de extração de oxigênio do sangue é um pouco maior em crianças do que em adultos. A diferença artério-venosa de oxigênio no exercício máximo aparentemente diminui com a idade e não pode ser considerada como a principal causa das diferenças entre os indivíduos. O que é, entretanto, muito significativo durante um exercício submáximo. Com relação a utilização de substratos a criança parece fazer uso preferencialmente dos ácidos graxos, uma vez que ela tem os níveis de lactato sangüíneo reduzidos, indicando uma capacidade glicolítica láctica muscular reduzida, ou uma maior capacidade glicolítica oxidativa, sendo que as concentrações de ATP, ADP e fosfocreatina são similares em indivíduos na fase adulta e na infância.

As crianças aparentemente são capazes de mobilizar mais rapidamente o mecanismo aeróbio do que os adultos. Quando iniciado o exercício, as crianças conseguem atingir 50% do  $VO_2$ máx em menos tempo que um adulto. O que reforça a idéia de que as crianças se utilizam diferentemente das vias energéticas, lançando mão menos freqüentemente da via glicogênio-lactato para gerar energia durante o exercício máximo (MALINA e BOUCHARD, 1991). Além disso, um aumento no

coeficiente respiratório é observado, o que sugere que durante o exercício prolongado as crianças oxidem mais lipídeos em seu metabolismo do que adultos. Os exercícios prolongados são bem tolerados por crianças e adolescentes, não apresentando nenhuma contra-indicação (MALINA e BOUCHARD, 1991). Ademais as crianças se recuperam mais rapidamente de tarefas vigorosas que adultos. Um adulto precisa de várias horas de descanso após a realização de uma corrida longa distância ou um teste de potência aeróbia que leva a exaustão. Já as crianças quando submetidas ao mesmo tipo de exercício necessitam entre 30 a 45 minutos de descanso (SKINNER, 1993). Entretanto, não se sabe ao certo se essa recuperação rápida é devida a fatores fisiológicos ou apenas a fatores subjetivos. Acredita-se que seja uma característica fisiológica em detrimento ao menor déficit de oxigênio e menor acúmulo de lactato. O menor acúmulo de lactato é devido a sua menor produção fisiológica ocasionada por uma reduzida quantidade de enzimas glicolíticas anaeróbias.

Com relação a potência aeróbia submáxima, essa aumenta com a idade durante o crescimento. As mudanças relativas à potência aeróbia submáxima são claramente ilustradas quando as associamos com a frequência cardíaca. A potência triplica em meninos e supera a duplicação em meninas entre 7 e 17 anos. Quando expressa em unidades por quilograma de peso, a potência permanece quase constante. Uma criança antes de entrar na fase da puberdade pode atingir uma potência submáxima maior e uma velocidade maior do que um adulto destreinado quando realizando exercícios a uma concentração de lactato sanguíneo submáxima (MALINA e BOUCHARD, 1991).

**Eficiência mecânica e economia energética** - A aptidão aeróbia não está relacionada exclusivamente ao consumo de oxigênio, mas também à habilidade de se consumir menos oxigênio em cargas submáximas (ROWLAND, 1996, p. 51) ou seja, ter um menor custo metabólico proporcional a uma maior economia no processo de geração de energia aeróbia. A economia energética é diretamente proporcional à eficiência mecânica, pois quanto mais eficiente o sistema, mais econômico ele será.

Quanto mais nova a criança menor será sua eficiência mecânica, principalmente em exercícios de corrida e caminhada, porque a criança associa mais

movimentos à atividade proposta, resultando em uma economia menor. A eficiência mecânica pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência mecânica} = \frac{\text{Trabalho mecânico executado}}{\text{Custo metabólico do exercício} - \text{RMR}}$$

Aonde RMR é a taxa metabólica basal (MALINA e BOUCHARD, 1991).

Para qualquer atividade em que se tenha que manter uma carga de trabalho fixa, tal como pedalar em uma bicicleta ergométrica, o consumo máximo de oxigênio inferior da criança pode limitar sua performance. Porém, em atividades nas quais o peso corporal é a maior resistência, como por exemplo, a corrida de longa distância, as crianças não estão mais em desvantagem porque seu  $\text{VO}_2\text{máx/kg}$  é semelhante aos valores correspondentes a adultos. Contudo, a criança mesmo tendo um  $\text{VO}_2\text{máx}$  relativo à massa corporal semelhante não consegue manter sua performance tão rápida quanto a de adultos por muito tempo por causa das diferenças básicas de economia durante o exercício. Mecanicamente, seus membros inferiores são mais curtos, sua musculatura ainda não está completamente desenvolvida e suas habilidades motoras ainda estão em desenvolvimento, o que influencia de forma decisiva a performance de crianças menores, as quais não possuem um padrão maduro de movimento. Suas passadas são curtas e não têm uma amplitude e extensão igual a de indivíduos mais velhos, além de terem uma dificuldade maior em manter seu centro de gravidade. Outros fatores também afetam a economia e eficiência mecânica da criança durante a realização de atividade física, são eles: a frequência de passos utilizados para cobrir uma determinada distância, o mecanismo locomotor em geral – coordenação, lateralidade, deslocamento vertical, forma de execução da passada, força e elasticidade muscular, tipo de fibras e vascularização – além do estoque energético músculo-tendinoso disponível, a relação entre superfície corporal e massa corporal, as mudanças na composição corporal, as respostas relacionadas à termorregulação durante o exercício, a utilização dos substratos, a capacidade anaeróbica e eficiência ventilatória – a criança quando desempenhando exercícios de *endurance* numa carga de trabalho máxima tem um custo de oxigênio muito grande para ventilação, cerca de 14-19% do  $\text{VO}_2$  total (WILMORE e COSTILL, 1999; ROWLAND, 1990). Dentre estas, a mais importante a ser considerada e que, em diversos estudos, mostrou afetar diretamente de forma considerável a performance de crianças durante exercícios de

*endurance* é a frequência de passos utilizados para cobrir uma determinada distância, o que implica uma maior gasto energético. Em um teste de esteira cuja velocidade permanece na faixa entre 4,5 a 6,5 mph, a frequência das passadas de indivíduos pré-púberes é de aproximadamente 90 por minuto, enquanto a de um adulto é cerca de 75 passadas por minuto. Em testes conduzidos em bicicleta ergométrica, que anulariam a potencial desvantagem mecânica nesse sentido, as crianças têm uma economia similar a de adultos (ROWLAND, 1990).

Estes parâmetros acima irão se desenvolvendo com o tempo, a criança é capaz de melhorar progressivamente a sua economia em execução de corridas ou caminhadas, realizando uma performance com um menor percentual do  $VO_2$ máx (ROBERGS e ROBERTS, 1997).

**Capacidade aeróbia** - A aptidão aeróbia ainda está relacionada a um terceiro componente que é o *endurance* aeróbio ou capacidade aeróbia. A capacidade aeróbia é a energia total disponível para se efetuar o trabalho aeróbio (MALINA e BOUCHARD, 1991) e difere de forma significativa da capacidade máxima de consumo de oxigênio ( $VO_2$ máx). Ambas deveriam ser consideradas, pois são diferentes entre si, porém, na prática, isso não acontece. As adaptações do organismo ao exercício submáximo, prolongado e de *endurance* permitem a estimativa indireta das mudanças na capacidade aeróbia (MALINA e BOUCHARD, 1991).

Atletas com similares  $VO_2$ máx e eficiência mecânica podem vir a ter sua performance diferenciada, mesmo quando controlamos aspectos como motivação e aptidão anaeróbia, devido ao *endurance* aeróbio ou capacidade aeróbia. Mudanças na capacidade aeróbia durante o crescimento não têm sido muito bem documentadas como os demais componentes da aptidão aeróbia, porém tem se ciência da importância desse fator aliado aos demais. Sabe-se, entretanto, que a capacidade aeróbia quando relacionada a qualquer porcentagem do  $VO_2$ máx é relativamente estável durante o crescimento e similar em crianças e adultos (DOCHERTY, 1996). A combinação entre  $VO_2$ máx, eficiência mecânica e capacidade aeróbia é determinante da aptidão aeróbia dos indivíduos.

Ao analisarmos as reações fisiológicas da criança na execução de exercícios submáximos prolongados – mínimo de 60 minutos – e as compararmos com adultos, podemos observar que essas são semelhantes. Porém, a perda de líquidos e a

depleção eletrolítica são fatores limitantes durante a realização de exercício prolongado, principalmente em dias ou climas quentes (McARDLE, KATCH e KATCH, 1998).

Resumidamente, pode-se afirmar que a aptidão aeróbia aumenta progressivamente durante a infância e a adolescência. Essa melhora acontece através da redução no consumo máximo de oxigênio e da quantidade de oxigênio requerida em cargas submáximas (economia), porém o  $VO_2/kg$  permanece estável (ROWLAND, 1990).

Antigamente acreditava-se que crianças pré-púberes, mesmo participando de treinamentos específicos, não poderiam ter seus valores de  $VO_{2máx}$  alterados. Atualmente sugere-se que pequenas melhoras na capacidade aeróbia podem ser alcançadas após treinamento, o que não acontece com adultos (WILMORE e COSTILL, 1999). O pico de  $VO_2$  pode aumentar cerca de 5-6% em crianças e adolescentes de ambos os sexos, decorrente do treinamento e aumentos maiores serão obtidos naqueles indivíduos com menor aptidão aeróbia inicial (BAQUET, VAN PRAAGH e BERTHOIN, 2003).

Comparando crianças treinadas e destreinadas temos que: atletas infantis de *endurance* – crianças que participam de treinamentos regulares de caráter aeróbio – apresentam geralmente valores de  $10 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  de  $VO_{2máx}$  a mais do que crianças que não participam de programas regulares de atividade física (ROWLAND, 1990). Um resultado muito melhor do treinamento aeróbio aparece após o período do pico de velocidade de crescimento (PHV) na puberdade, e um resultado muito menos efetivo é obtido aproximadamente seis meses antes do PHV (BLOOMFIELD, FRICKER e FITCH, 1995, p. 496; SKINNER, 1993, p. 63).

Para o desenvolvimento da aptidão aeróbia em adultos é necessário realizar um programa de treinamento que obedeça a uma freqüência, intensidade e duração que estimule o sistema cardiorrespiratório do indivíduo de forma a aumentar o  $VO_{2máx}$ . Esse treinamento, baseado em uma intensidade de 55-90% da freqüência cardíaca máxima ou 40-85% do  $VO_{2máx}$ , numa duração de 15 a 60 minutos e freqüência mínima de três vezes por semana, seria suficiente para desenvolver a aptidão aeróbia (COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA, 1996, p. 108). Em crianças a realização de treinamento aeróbio em função de uma dada freqüência, intensidade e duração não é algo extremamente necessário, entretanto a

utilização desse critério pode ser aplicável para o desenvolvimento do  $VO_2$ máx em crianças, uma vez que a resposta ao treinamento específico é similar a adultos (SKINNER, 1993, p. 63).

Paralelamente ao desenvolvimento do  $VO_2$ máx, desenvolvem-se também alguns fatores cardiovasculares em resposta ao treinamento aeróbio: a frequência cardíaca submáxima diminui, o volume de ejeção aumenta, o volume do coração aumenta, a concentração de glicogênio, fosfocreatina e ATP aumentam, os níveis de lactato aumentam e as enzimas aeróbias e anaeróbias têm sua atividade aumentada (ROWLAND, 1990, p. 76). A maioria dos autores acredita que com um estímulo adequado o  $VO_2$ máx pode aumentar em crianças, principalmente naquelas que apresentam aptidão física inferior antes do início do treinamento.

A função cardiorrespiratória têm como característica ser altamente responsiva ao treinamento, cinco semanas de exercícios já contribuem com um aumento no pico de consumo de oxigênio ( $VO_{2pico}$ ) em  $9,5 \pm 6\%$ ,  $p < 0,05$ . Os indivíduos que iniciaram o programa de treinamento com uma aptidão cardiorrespiratória inferior foram os que mais melhoraram seu  $VO_{2pico}$ , ou seja, há uma relação inversamente proporcional entre o ganho de aptidão cardiorrespiratória e o condicionamento físico inicial. Especula-se que exista um limiar em que o treinamento de *endurance* aumente em 2-4% o gasto energético total (TEE) e antes disso nenhuma mudança no  $VO_2$  possa ser atingida. Uma vez excedido esse valor parece que um aumento no  $VO_{2pico}$  atinge um limite muito rapidamente (ELIAKIM, et al., 2001, p. 35-44).

As crianças podem realizar tarefas de *endurance* razoavelmente bem, porém são mais passíveis à fadiga em exercícios prolongados de alta intensidade (ROBERGS e ROBERTS, 1997, p. 622). O volume de ejeção parece ser o componente crucial da limitação da performance aeróbia e do desenvolvimento do ainda imaturo sistema cardiovascular, pois o desenvolvimento da capacidade aeróbia depende diretamente do crescimento do coração (WILMORE e COSTILL, 1999, p. 538). A ventilação pulmonar parece ser adequada para a realização de exercícios máximos. Porém, quando aumentamos as exigências energéticas criadas por uma maior relação entre o  $V_E/VO_2$ máx e talvez pela demanda de uma maior frequência respiratória pode-se potencialmente limitar a capacidade aeróbia (ROWLAND, 1990, p. 59).



Em crianças, um fator que pode ter relação direta com a realização de atividade física aeróbia é a concentração de hemoglobina no sangue. Logo, crianças com deficiência de ferro têm prejudicada a disponibilização do oxigênio para os músculos em exercício e valores de  $VO_2$ máx inferiores; ou seja, são limitadas na realização de exercícios aeróbios e na sua aptidão aeróbia. O mesmo acontece com crianças portadoras de doenças pulmonares ou cardíacas e obesas, que muitas vezes, não têm um desenvolvimento normal do sistema cardiorrespiratório, o que pode implicar um desenvolvimento inferior da aptidão aeróbia (ROWLAND, 1990, p. 62, 72).

Durante o exercício máximo, a resposta cardiorrespiratória especialmente o volume de ejeção, parece ser a maior limitação para a criança vir a realizar atividades aeróbias, limitando a performance das crianças em exercícios com cargas absolutas e altas. Devido a menor capacidade da criança em disponibilizar o oxigênio, com relação a um indivíduo adulto, e para qualquer atividade em que se tenha que manter uma carga de trabalho fixa, tal como pedalar em uma bicicleta ergométrica, o consumo máximo de oxigênio inferior da criança pode vir a limitar sua performance.

### **2.3 METABOLISMO ANAERÓBIO**

O sistema energético anaeróbio fornece ATP para a contração muscular através das vias anaeróbia alática e glicólise anaeróbia. A primeira se utiliza principalmente dos fosfagênios armazenados (ATPs e PC), a segunda é a reação que degrada a glicose em piruvato ou até lactato.

A eficiência do metabolismo anaeróbio é diretamente proporcional à idade, mais do que isso, está relacionada diretamente ao tamanho corporal. Porém, não se tem ao certo, quais os fatores que são responsáveis pelo desenvolvimento do sistema anaeróbio de produção de energia. Sabe-se, entretanto, que esses são muito mais amplos do que aqueles relacionados apenas com a musculatura esquelética (ROWLAND, 1996, p. 193). Acredita-se que o principal determinante da capacidade anaeróbia é a enzima fosfofrutoquinase (VAN PRAAGH, 1998, p. 55).

A característica natural da execução de atividades física pelas crianças é sua breve duração, ao invés de realizar apenas um ou dois períodos prolongados de

atividade por dia. Apesar disso, a criança tem uma capacidade limitada de realizar atividades que utilizam o metabolismo predominantemente anaeróbio, pois não conseguem gerar energia através desse metabolismo tão efetivamente quanto adultos (ROBERGS e ROBERTS, 1997, p. 625; ROWLAND, 1990, p. 82). As crianças têm uma menor capacidade de formar lactato e são incapazes de atingir altos níveis dessa substância no sanguíneo e a nível muscular, tanto em exercícios submáximos quanto máximos. Acredita-se que a baixa quantidade da enzima fosfofrutoquinase (PFK), que é uma enzima chave para que se realize a via glicolítica anaeróbia de fornecimento de energia, seja determinante do desempenho infantil em tarefas anaeróbias (BLOOMFIELD, FRICKER e FITCH, 1995, p. 496). Uma criança do sexo masculino com 11 anos de idade apresenta níveis de 30-50% abaixo do apresentado por adultos (VAN PRAAGH, 1998, p. 145). Além dessa enzima chave, outras enzimas envolvidas com o processo glicolítico também apresentam-se de forma reduzida, o que implica em uma dificuldade em se desempenhar atividades intensas de curta duração (mais de vinte segundos). Em contrapartida, as enzimas aeróbias estão presentes em maior quantidade. Dessa forma, as crianças têm um sistema aeróbio mais eficiente e não são capazes de atingir uma alta taxa de troca gasosa durante exercícios máximos ou exaustivos.

Existem poucos estudos que comparam a performance anaeróbia entre meninos e meninas. Em geral, o desempenho anaeróbio é superior em crianças do sexo masculino, inclusive bem antes da puberdade. Essa diferença entre os sexos mantêm-se quando os valores absolutos são corrigidos pelo peso corporal, porém quando corrigidos pela massa magra ou peso livre de gordura, ela desaparece (DOCHERTY, 1996, p. 163).

O desempenho anaeróbio, relacionado à idade, pode melhorar de forma significativa de ano para ano. Em uma atividade preestabelecida o desempenho dos meninos melhora de forma superior ao desempenho das meninas, podendo vir a ter uma melhora de aproximadamente 25% no desempenho de uma atividade anaeróbia (ROWLAND, 1996, p. 194).

A aptidão anaeróbia pode ser medida através de uma série de testes, divididos em testes de potência anaeróbia e testes de capacidade anaeróbia.

Os testes de potência anaeróbia geralmente são baseados na performance física. Entre eles temos os testes de salto vertical, flexão e extensão monoarticular,



testes em ciclo-ergômetro (teste de De Bruyn-Prévot de 30 a 60 s - 1975), teste de Chaloupeck, teste de Cherébetiu, teste de Borg, teste de Borg, Edstrom e Marklund, teste de Katch et al.), testes em esteira (Cunningham e Faulkner), teste de Wingate, entre outros (INBAR, BAR-OR, SKINNER, 1996, p. 9-11). Esses testes medem a potência mecânica que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um curto espaço de tempo (entre 10 segundos e menos de 1 minuto).

A capacidade anaeróbia é difícil de ser mensurada. Essa dificuldade pode ser atribuída em parte a uma não definição universal para o termo. Capacidade anaeróbia, segundo GREEN e DAWSON (1993) é a maior quantidade de ATP ressintetizada via metabolismo anaeróbio durante exercícios de curta duração. A quantidade total de ATP ressintetizada via hidrólise de fosfagênios é definida como capacidade alática. O total de ATP ressintetizado a partir do catabolismo anaeróbia de carboidratos é a capacidade láctica.

Os testes para avaliar a capacidade anaeróbia podem ser classificados de acordo com o que eles mensuram: quantificam a capacidade anaeróbia em si ou estimam tal capacidade de acordo com o trabalho realizado. O déficit de oxigênio, ainda é o melhor método indireto de mensurar a capacidade anaeróbia, antigamente acreditava-se que o débito de oxigênio e lactato sérico após exercício máximo também fossem bons métodos; apesar da larga utilização do último, a capacidade anaeróbia apresenta grande variabilidade com esse método (GREEN e DAWSON, 1993). Com relação aos testes que mensuram a capacidade anaeróbia através de trabalho, podemos obter estimativas indiretas pelas adaptações do organismo ao exercício, através de testes físicos de curta duração, entre eles o Wingate, o Margaria Step-running, entre outros.

Os testes também podem ser divididos em testes aláticos (entre 1 e 20 segundos) e testes lácticos (entre 30 e 60 segundos). O *peak power* obtido através do teste de Wingate é conseguido em menos de 10 segundos podendo ser caracterizado como alático, assim como os testes de salto vertical (Davies, Fox e Matheus), piques (Fox e Matheus), Margarida step test, flexão e extensão monoarticular (Komi, et al.; Thorstensson et al.) entre outros em cicloergômetro (Bar-Or, Crielaarde Pirany, Weltman, Moffat e Stamford) (INBAR, BAR-OR, SKINNER, 1996, p. 9-11). Recentemente, testes semelhantes ao Wingate tem sido realizados para se medir o *peak power*, o que os difere são a carga (2,5-5,0% do peso corporal)

e a duração (entre 5-8 segundos) (MARTIN, DORE, TWISK, VAN PRAAGH, HAUTIER e BEDU, 2004).

Os testes anaeróbios lácticos podem ser realizados em ergômetros de braço, cicloergômetros, esteira e testes de campo (20m, 30m e 50m). O Wingate também pode ser caracterizado como láctico quando analisa o *mean power*. Geralmente tais testes medem a potência total no cicloergômetro em um específico espaço de tempo, o tempo de exaustão contra uma carga preestabelecida assim como no teste de De Bruyn-Prévost e Lefèbvre ou a uma dada velocidade e inclinação na esteira (Cunningham e Faulkner, Houston e Thompson, Roberts, Billeter e Howald, Sjödin, et al.) (INBAR, BAR-OR, SKINNER, p. 9-11, 1996).

Dessa forma, o teste de Wingate nos fornece tanto informações sobre a potência e quanto sobre a capacidade ou resistência anaeróbia, sendo um protocolo largamente utilizado em várias faixas etárias, condições físicas e clínicas. Esse teste é realizado em cicloergômetro com duração de 30 segundos e utiliza uma carga proporcional a massa corporal de cada indivíduo. Além da potência anaeróbia (*peak power*) que pode ser caracterizada como a maior potência mecânica durante o teste, e da capacidade anaeróbia (*mean power*) que é obtida através da média da potência obtida durante os 30 segundos, o Wingate fornece também o índice de fadiga (o grau em que a potência declina durante o teste) que é calculado através da subtração do *peak power* pela menor potência obtida multiplicado por 100 e dividido pelo *peak power* (INBAR, BAR-OR, SKINNER, p. 9-11, 1996).

O teste de Wingate é realizado da seguinte forma: os sujeitos devem realizar um aquecimento entre 3 e 5 minutos de forma constante ou realizarem diversos piques em condição submáxima imitando o próprio teste para obterem um desempenho adequado no teste. Após uma contagem regressiva (sinal) os sujeitos devem pedalar o mais rápido possível contra uma carga preestabelecida de acordo com o peso corporal total, durante 30 segundos. Finalizado o teste, a carga é retirada e faz-se uma recuperação ativa para evitar tonturas, dores musculares tardias e o desconforto em geral.

Em crianças, o valor atingido de *peak power* (PP) e *mean power* (MP) é menor do que em adolescentes e adultos para ambos os sexos tanto em valores absolutos quanto relativos a massa corporal. Acredita-se que a partir do 10 anos de idade seja possível melhorar os valores de PP e MP. Um indivíduo de 10 anos é capaz

de atingir 80% e 75% do valor atingido por adolescentes de 13 e 17 anos respectivamente (INBAR, BAR-OR, SKINNER, p. 51-52, 1996). Com a maturação biológica, a criança geralmente melhora o seu desempenho durante as atividades anaeróbias. Porém o PP não aumenta com o crescimento e desenvolvimento da criança quando expresso em valores relativos ao peso corporal (WILMORE e COSTILL, 1999). Em estudo longitudinal realizado por MARTIN, et al. (2004) a idade, a massa corporal e o volume muscular da perna foram fatores significativos na análise de regressão para explicar o desempenho anaeróbio de crianças entre 7,5 e 17,5 anos de idade, já o sexo (até os 14 anos e idade) não foi um parâmetro significativo. Nesse mesmo estudo, a potência anaeróbia aumentou 273% em meninas entre os 7 e 16 anos e a partir daí permaneceu em platô; em meninos o aumento se processou entre os 7 e 17 anos e foi de 375%, a partir dos 14 anos de idade as meninas demonstraram valores de PP inferiores aos obtidos pelos meninos.

As crianças se mostram significativamente diferentes dos adultos também nos testes que mensuram o metabolismo anaeróbio através de critérios diferentes da performance. Entre eles o lactato sangüíneo e o limiar anaeróbio, duas outras formas largamente utilizadas.

**Lactato sangüíneo** - O nível de lactato sangüíneo é muito utilizado como um indicador da capacidade do metabolismo anaeróbio em gerar energia. Isso porque o ácido láctico é um produto da glicólise anaeróbia e a quantidade de lactato liberada durante o exercício serve como uma medida do gasto energético anaeróbio. Sendo utilizado também no metabolismo aeróbio para a interpretação dos limites desse sistema antes da anaerobiose. O lactato acumula no sangue quando o exercício é tão intenso que a remoção desse substrato através de sua oxidação pelo coração e pelas fibras musculares é menor do que a sua produção. Outra explicação para o acúmulo de lactato é a tendência das fibras de contração rápida favorecem a conversão do ácido pirúvico em ácido láctico por ação de uma enzima encontrada nessas células chamada de desidrogenase láctica (McARDLE, KATCH e KATCH, 1998).

Entretanto, a validade da utilização do nível de lactato presente no sangue como um indicador preciso da glicólise tem sido contestada porque o nível de lactato no sangue reflete tanto a produção quanto a remoção do ácido láctico. A forma ideal de interpretação seria levar em consideração o balanço entre esses dois processos

(VAN PRAAGH, 1998; ROWLAND, 1990). Além disso, outros fatores influenciam os níveis de lactato sanguíneo tais como a taxa de liberação de lactato pela fibra muscular; a taxa de lactato utilizada por órgãos como fígado e coração; e o volume de distribuição nos fluidos corporais. Os níveis de lactato também são influenciados pelo tipo de exercício realizado (corrida ou bicicleta), lugar da coleta do sangue (arterial ou venosa; retirado da extremidade superior ou inferior do corpo), protocolo de teste utilizado, tempo de determinação e método utilizado. Devemos estar cientes dessas implicações ao utilizarmos dados referentes aos níveis de lactato em resposta ao exercício físico em crianças em fase de crescimento.

Dados mostram, entretanto, que as crianças são incapazes de formar e, por conseguinte, atingir altos níveis de lactato sanguíneo e muscular. Quando comparadas com adultos apresentam taxa de lactato inferior em qualquer intensidade de exercício - tanto em exercícios submáximos quanto máximos (WILMORE e COSTILL, 1999; VAN PRAAGH, 1998; ROWLAND, 1990). Entretanto, as crianças parecem eliminar o lactato mais facilmente que adultos porque a atividade simpática durante o exercício máximo em crianças é reduzida, o que permite uma menor vasoconstrição hepática e conseqüentemente o metabolismo de ácido láctico no fígado acontece de forma mais rápida e após o exercício, o nível de lactato sanguíneo na criança também sofre um rápido ajuste voltando a valores normais (ROWLAND, 1990). Uma possível explicação para esse processo seria o rápido redirecionamento do sistema cardiopulmonar ao exercício; acredita-se que com a disponibilização mais rápida do oxigênio para a geração de energia haja uma redução da contribuição da glicose (VAN PRAAGH, 1998).

Os níveis de lactato aumentam progressivamente durante a infância e adolescência. Informações obtidas através de biópsias em crianças, sugerem que isso reflete diretamente as mudanças na concentração de lactato no músculo. As meninas possuem maiores níveis de lactato do que os meninos. Esse limiar estimado em crianças através da resposta ventilatória ao exercício, cresce com a idade em termos absolutos e decresce quando expresso em relação ao percentual de  $VO_2$  máx. Isso tem sido interpretado como um indicativo do desenvolvimento da função glicolítica ou, de forma alternativa, da diminuição da aptidão aeróbia com a maturação biológica (ROWLAND, 1996).

O parâmetro utilizado em adultos para lactato sanguíneo é de 4.0mmol/l. Esse valor tem sido considerado como o valor de lactato plasmático que corresponde a maior intensidade de exercício submáximo que pode ser suportada sem uma elevação significativa no lactato; considerando que existem variações entre os indivíduos. Como os níveis de lactato são menores em crianças do que em adultos quando submetidos a mesma intensidade de exercício, o valor de 4.0 mmol/l é muito alto e não deve ser utilizado como parâmetro para as crianças. Todavia, não se tem ao certo qual valor corresponderia exatamente ao 4.0 mmol/l em crianças. Alguns pesquisadores sugerem valores entre 2,5 ou pouco abaixo de 2.0 mmol/l (ROWLAND, 1996).

**Limiar anaeróbio** – Durante um teste de esforço progressivo, poucas mudanças ocorrem nos níveis de lactato sanguíneos até o esforço requerer entre 50% e 60% do  $VO_2$ máx. A partir desse momento os níveis de lactato aumentam de forma considerável. Quando esse aumento se inicia, temos o limiar anaeróbio (ROWLAND, 1996). Segundo McARDLE, KATCH e KATCH (1998), o limiar anaeróbio ou limiar de lactato “refere-se ao nível mais alto de exercício (intensidade) ou ao nível de captação de oxigênio que não está associado com uma elevação na concentração sanguínea de lactato acima do nível pré-exercício (ou um aumento inferior a 1,0 mM)”.

Na visão tradicional, o limiar anaeróbio acusa o ponto em que o suprimento de  $O_2$  torna-se limitado, marcando o início do metabolismo anaeróbio como fonte de energia predominante. Porém, como dito anteriormente, os níveis de lactato refletem o balanço entre a produção e a eliminação desse substrato, daí os níveis de lactato refletirem mais a intensidade na qual o processo de produção e difusão do músculo para o sangue excede a eliminação e seu metabolismo, do que o início da anaerobiose na célula muscular. O limiar anaeróbio tem sido utilizado para:

- estabelecer a faixa de frequência cardíaca que deve ser utilizada em treinamento aeróbio e reabilitação de programas utilizando a atividade física aeróbia;
- estimar a aptidão aeróbia em indivíduos que não toleram testes de esforço máximo;
- distinguir as bases patofisiológicas de limitações durante o exercício;
- promover uma execução de guias para treinamento de atletas de competição;

- indicar a capacidade individual de realizar exercício com o predomínio do metabolismo aeróbio sem uma grande utilização do sistema anaeróbio, ou seja, quanto maior o limiar anaeróbio, maior a intensidade ou velocidade que um indivíduo pode realizar exercícios com a contribuição do sistema aeróbio;
- determinar a capacidade de geração de energia através da via glicolítica durante o exercício. Um limiar anaeróbio alto reflete uma inferior habilidade em gerar energia pelo metabolismo anaeróbio (ROWLAND, 1996; ROWLAND, 1990).

Em muitos estudos o limiar anaeróbio tem sido estimado preferencialmente através de alterações na troca gasosa durante o exercício do que através da determinação da concentração de lactato no sangue e músculo principalmente quando a população em questão trata-se das crianças. O limiar anaeróbio pode ser estimado pela troca gasosa, pois a produção de ácido láctico gera diretamente produção excessiva de  $\text{CO}_2$  pelo músculo em exercício (cerca de 60 a 70% do  $\text{VO}_2\text{máx}$ ), o que aumenta a ventilação pulmonar e é conhecido como limiar ventilatório (COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA, 1996), técnica utilizada quase que exclusivamente com crianças, por ser uma técnica não invasiva. Estudos têm sido realizados com adultos para verificar essa relação entre o limiar ventilatório e o limiar anaeróbio, o que até agora tem mostrado resultados conflitantes, pois a utilização de substratos energéticos é diferente entre adultos e crianças. Em uma série de circunstâncias o limiar ventilatório coincide com o limiar anaeróbio (ROWLAND, 1996).

O limiar anaeróbio também pode ser expresso como percentual do  $\text{VO}_2\text{máx}$ , no decorrer da infância esse valor declina. Crianças pré-púberes têm um limiar aproximado a 65% do  $\text{VO}_2\text{máx}$ , enquanto adolescentes podem obter valores menores em 5% a 10%. Em valores absolutos, meninas têm o limiar anaeróbio menor que meninos da mesma idade. Acredita-se que influências sociais, diferenças na composição corporal e diminuídos níveis de atividade física sejam responsáveis por essa diferença. Porém, nenhuma diferença entre os sexos é observada quando esse limiar é expresso como percentual do  $\text{VO}_2\text{máx}$  (ROWLAND, 1990, p. 81). Entretanto, o limiar de lactato quando expresso em porcentagem do  $\text{VO}_2\text{máx}$ , não parece ser um fator limitante na criança pois ela apresenta valores similares, e até mesmo maiores que adultos treinados.



Não se sabe ao certo quais fatores podem vir a influenciar o metabolismo anaeróbio porém, ultimamente, dois fatores relacionados com a secreção hormonal tem sido bastante estudados com relação à menor capacidade glicolítica das crianças comparada com a dos adultos, são eles: a influência da testosterona e a influência das catecolaminas no metabolismo anaeróbio.

As catecolaminas, particularmente a epinefrina, desempenhem um papel de estimulação da glicogenólise no músculo. ROWLAND (1996) cita estudos realizados por MAZZEO e MARSHALL<sup>2</sup> que demonstraram a existência de uma estreita relação entre o lactato e a quantidade total de catecolaminas no plasma; foram feitas infusões de epinefrina, em animais, que aumentaram a produção de lactato pelo músculo em contração, e infusões do bloqueador beta adrenérgico que diminuíram as taxas de quebra de glicogênio e produção de lactato, tanto em animais quanto em humanos. Acredita-se que uma redução na atividade simpática e adrenal de secreção de catecolaminas seja a responsável pela capacidade anaeróbia reduzida das crianças, pois apesar do nível de epinefrina ser semelhante entre adultos e crianças, o nível máximo de norepinefrina é cerca de 30% menores em crianças (ROWLAND, 1996). A influência das catecolaminas no metabolismo anaeróbio ainda deve ser mais pesquisada, porém existem fortes evidências dessa correlação.

Crianças destreinadas ou até mesmo atletas podem melhorar sua performance anaeróbia se submetidos a um treinamento físico específico por várias semanas. Entretanto, essa melhora induzida pelo treinamento não é similar para todos os indivíduos, mesmo se o treinamento for padronizado, porque existe uma variação muito grande com relação à resposta dada ao estímulo anaeróbio por cada indivíduo. Uns respondem de forma intensa, enquanto outros podem vir a quase não apresentar resposta nenhuma ao estímulo dado. A maior causa dessa variação é a condição inicial antes do início de um programa de treinamento e a capacidade determinada geneticamente de adaptação ao exercício. Cerca de 60% da resposta ao treinamento anaeróbio é determinada geneticamente (VAN PRAAGH, 1998). Crianças podem ter melhoras na sua aptidão anaeróbia quando submetidas a um treinamento específico e regular com um aumento da potência anaeróbia e capacidade anaeróbia (WILMORE e COSTILL, 1999). As mudanças que o

---

<sup>2</sup> MAZZEO, R. S.; MARSHALL, P. Influence of plasma catecholamines on the lactate threshold during graded exercise. *Jornal of Applied Physiology*. 57 : 660-666, 1989.

metabolismo anaeróbio podem sofrer estão relacionadas ao desenvolvimento de alguns fatores relevantes desse metabolismo energético:

- aumentar os níveis de reserva de ATP, fosfocreatina (PC) e glicogênio;
- aumentar a atividade das enzimas glicolíticas envolvidas com o processo metabólico anaeróbio, principalmente a fosfofrutoquinase, que é altamente adaptativa ao treinamento;
- aumentar a capacidade anaeróbia;
- aumentar o limiar anaeróbio;
- aumentar o limiar ventilatório.

Com relação a um possível aumento dos níveis máximos de lactato no sangue, existe uma divergência entre os autores. WILMORE e COSTILL (1999) e BAR-OR (1983) suportam a idéia de que com o treinamento regular um aumento nos níveis de lactato pode ser atingido, por outro lado, outra fonte, ROWLAND (1996) afirma que não se pode induzir alterações nos níveis de lactato com programas de treinamento, mostrando que crianças treinadas e destreinadas apresentam os mesmos níveis de lactato sanguíneo. O que dificulta o entendimento dessa questão, além dos poucos dados disponíveis, é o fato de que o sistema anaeróbio se desenvolve principalmente com a maturação biológica, ficando difícil determinar o que o treinamento induz e o que é determinado pelo simples processo da maturação biológica, uma vez que, com o crescimento da criança sabe-se que os níveis sanguíneos de lactato tanto em exercícios máximos quanto em submáximos aumentam durante a infância.

Em conclusão, quando as crianças são incorporadas a um estilo de treinamento semelhante ao de adultos, suas respostas adaptativas são as mesmas. O que indica que elas podem participar de programas de treinamentos similares e terem como resultado um aumento na habilidade de gerar energia via metabolismo glicolítico (ROWLAND, 1990). Contudo, esse treinamento físico nos padrões adultos motiva pouco as crianças e não se faz extremamente necessário. Deve-se, portanto, sempre incentivar a prática de variados esportes e habilidades motoras além desse treinamento específico, fazendo com que a criança não perca o interesse pelos esportes e atividade física em geral.

Devido ao fato das crianças serem incapazes de produzir altos níveis de lactato e quando comparadas com adultos e apresentam taxa de lactato inferior em



qualquer intensidade de exercício - tanto em exercícios submáximos quanto máximos (WILMORE e COSTILL, 1999; VAN PRAAGH, 1998; ROWLAND, 1990), cargas que levam a um considerável acúmulo de lactato devem ser evitadas por crianças. Por exemplo, corridas de 800m e provas de atletismo intermediárias são impróprias para a criança por elevarem de forma demasiada o nível de lactato. WEINECK (2000) cita um estudo feito por KLINT et al.<sup>3</sup> no qual crianças de 8 a 9 anos foram submetidas a prova citada acima e a percursos semelhantes de forma competitiva. As crianças só conseguiram abaixar o nível de lactato para o nível inicial após uma hora de repouso. Dessa forma, uma prova caracterizada como de longa distância, por exemplo, 3.000m representa uma carga menos agressiva para a criança por recrutar o metabolismo predominantemente aeróbio. Além disso, cargas anaeróbias em crianças (em dependência linear à taxa de lactato) elevam a taxa de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) de forma exacerbada, podendo aumentar em 10 vezes mais a taxa metabólica. Esse aumento exagerado constitui uma carga desfavorável ao organismo da criança e é considerado não-fisiológico. A baixa capacidade glicolítica e taxa de catecolaminas são mecanismos que protegem a criança contra o excesso de acidez e contra a degradação do glicogênio, mecanismo que disponibilizaria a glicose para o cérebro e tecidos dependentes de carboidratos (WEINECK, 2000).

## **2.4 MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA**

O nível de atividade física pode ser calculado através de vários métodos baseados no gasto energético, que pode ser medido direta ou indiretamente. O gasto energético total (TEE) é a soma das calorias despendidas durante o dia, ele é influenciado pelo gasto energético basal ou de repouso (REE), efeito termogênico dos alimentos e gasto calórico gerado pela atividade física (AEE) ou nível de atividade física (NAF) (McARDLE, KATCH e KATCH, 1998). A taxa metabólica basal reflete a produção de calor corporal referente os processos metabólicos teciduais durante o repouso, o que corresponde a 60-75% do TEE.

---

<sup>3</sup> KLINT et al. Körperliche belastung 8-9 jähriger kinder durch einen 800-m-lauf. **Sportarzt und sportmedizin.** 8 : 163-169, 1975.

Nas crianças, ainda temos o gasto despendido com os processos de crescimento e desenvolvimento, que faz com que a taxa metabólica de repouso seja superior nas crianças e adolescentes do que em adultos (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997).

Normalmente, para cálculo do gasto calórico gerado pela atividade física (AEE), se utiliza-se a fórmula  $AEE=TEE/REE$ , já o nível de atividade física (NAF) é estimado pela diferença entre o TEE e o REE ( $NAF=TEE-REE$ ) (BALL, O'CONNOR, ABBOTT, STEINBECK, DAVIES, WISHART, GASKIN, BAUR, 2001). Outra possibilidade é corrigir a fórmula pelo efeito térmico dos alimentos ( $AEE = 0,9 \times TEE-REE$ ), pois diariamente despendemos com a termogênese dos alimentos aproximadamente 10% das calorias diárias (TROWBRIDGE, GOWER, NAGY, HUNTER, TREUTH e GORAN, 1997). O efeito térmico dos alimentos não apresenta diferenças significativas entre os sexos (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997).

O NAF corresponde a 15-30% do TEE, podendo ter grande variabilidade de acordo com as atividades físicas desempenhadas.

O gasto energético é significativamente influenciado pelo sexo, atividade física e composição corporal (massa corporal ou massa isenta de gordura) (EKELUND, et al., 2001).

Os métodos mais utilizados para mensurar o NAF são através do monitoramento da frequência cardíaca (FC), do método observacional, de sensores de movimento (pedômetros, acelerômetros), do método de água duplamente marcada e através de surveys (questionários e diário de atividade física) (MATSUDO, et al., 1998). Além desses métodos, ainda existe a calorimetria direta, calorimetria indireta e mensuração da ingestão de alimentos (SHEPHARD, 2003). O instrumento com maior credibilidade e conveniência para utilização em estudos ainda é muito discutido, pois todos apresentam vantagens e desvantagens.

O monitoramento da FC não é uma medida direta da atividade física, está baseada na relação linear entre o consumo de oxigênio e a FC. É um método largamente utilizado por registrar valores facilmente. A sua utilização com a população infantil é bastante difundida, EPSTEIN, PALUCH, KALAKANIS, GOLDFIELD, CERNY e ROEMMICH (2001) realizou uma metanálise com 26 estudos que usaram esse método com indivíduos entre 3 e 17 anos de idade.

Porém, tal método apresenta uma série de desvantagens, assim como os demais. O monitoramento da FC reflete na verdade o estresse relativo aplicado no sistema cardiopulmonar e não a atividade física em si, sendo difícil dissociar os efeitos do exercício daqueles induzidos por estresse emocional ou por temperaturas extremas (KOO e ROHAN, 1999). Além disso, é necessária a calibração do equipamento para estabelecimento de valores individualizados da FC, bem como da FC basal e taxa metabólica basal (BRATTEBY, SANDHAGEN, FAN e SAMUELSON, 1997).

O treinamento físico pode influenciar a utilização dessa técnica, pois indivíduos treinados realizarão o mesmo esforço com uma FC mais baixa e retornarão, após o exercício, aos valores basais de FC em menor tempo (KOO e ROHAN, 1999), ou seja, além de superestimar os minutos em que indivíduos pouco condicionados permaneceram ativos, o método subestima os valores para indivíduos bem condicionados (EPSTEIN, et al., 2001).

Em crianças com sobrepeso, haveria uma super estimação dos valores de atividade física pois, quanto maior o componente de gordura maior o tempo gasto com a FC elevada. Isso decorre da maior resposta funcional que apresenta o sistema cardiopulmonar dos indivíduos com sobrepeso ao estresse imposto, realizando mais trabalho (maior FC) quando comparados com indivíduos dentro da faixa de IMC considerada normal. Outros fatores intervenientes são apontados por ESTON, ROWLANDS e INGLEDEW (1998) referentes o tipo dos exercícios realizados (intermitente ou contínuo), o tempo necessário para a resposta da FC e a proporção da massa muscular ativa são. Além disso, esses mesmos autores não demonstraram relação significativa entre FC e aptidão física de crianças.

O método observacional também apresenta algumas limitações que podem levar o pesquisador a quantificar o nível de atividade de forma errônea, pois a reação dos sujeitos muda na presença de um avaliador, a credibilidade do próprio avaliador pode ser questionada e os custos desse método limitam seu uso.

Pedômetros e acelerômetros são sensores de movimento. O primeiro conta o número de passos e alguns modelos calculam a distância percorrida pelos sujeitos e estimam o gasto energético, e o segundo é capaz de detectar de forma tridimensional (triaxial) ou verticalmente (uniaxial) os movimentos.

O pedômetro é um sensor de movimento barato e fácil de ser utilizado, contudo não é capaz de detectar todos os tipos de atividade física como andar de bicicleta, nadar, levantar pesos, entre outras. O modelo que tem recebido mais credibilidade pela comunidade científica e é largamente utilizado é o da Yamax (SHNEIDER, CROUTER e BASSETT JR, 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SCHNEIDER, CROUTER, LUKAJIC e BASSETT JR, 2003). Dentre as limitações desse instrumento, chama-se atenção para imprecisão da detecção do movimento em velocidades baixas. Em um teste de esteira com velocidade igual a  $54\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ , o pedômetro detectou significativamente menos passos do que os que realmente foram realizados, ou seja, deve-se ter cautela na análise dos dados gerados por populações que têm um ritmo de passadas lentas (LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003). Apesar disso, o pedômetro é um instrumento válido, inclusive para medir a atividade em crianças pré-púberes (SCRUGGS, BEVERIDGE, EISENMAN, WATSON, SHULTZ e RANSDELL, 2003) que pode ser utilizado com grande populações, capaz de armazenar dados por longo período de tempo e de acordo com a marca do equipamento pode ter uma precisão excepcionalmente alta ( $>0,99$ ), que foi o caso dos modelos da Kenz Lifecorder, New lifestyles NL-2000 e Yamax Digi-Walker SW-701 (SCHNEIDER, et al., 2003).

Os acelerômetros são instrumentos mais preciso, entretanto com maior custo financeiro. O acelerômetro mais utilizado nas pesquisas com crianças e adolescentes é o CSA (REILLY, JACKSON, MONTGOMERY, KELLY, STATER, GRANT, PATON, 2004; RIDDOCH, ANDERSEN, WEDDERKOPP, HARRO, KLASSON-HEFFEBE, SARDINHA, COOPER e EKELUND, 2004; GUERRA, SANTOS, RIBEIRO, DUARTE, MOTA e SALLIS, 2003; SANTOS, GUERRA, RIBEIRO e DUARTE, 2003; TROST, PATE, SALLIS, FREEDSON, TAYLOR, DOWDA e SIRARD, 2002) que é um instrumento uniaxial, leve e pequeno, capaz de captar uma aceleração de magnitude de 0,05 a 2,00 G com frequência de resposta de 0,25 a 2,50 Hz, sendo o sinal digitalizado e a magnitude somada utilizando-se um período específico de tempo chamado "epoch interval" que são gravados e depois transferidos para o computador (SANTOS, et al., 2003, TROST, et al., 2002).

Além da atividade física total, esse instrumento pode estimar a intensidade da atividade desempenhada e distinguir o movimento humano de vibrações (TROST, et al., 2002; EKELUND, SJOSTROM, YNGVE, POORTVLIET, NILSSON, FROBERG,

WEDDERKOPP, WESTERTERP, 2001). Entretanto, LE MASURIER e TUDOR-LOCKE (2003) avaliaram a precisão do CSA num passeio de carro em rodovia pavimentada, e verificou-se que o acelerômetro detectou 17 vezes mais passos-errôneos (que não existiram) do que o pedômetro, logo, para indivíduos sedentários que se utilizam muito do automóvel, deve-se analisar com cautela os dados. Outro acelerômetro uniaxial, o Caltrac, também superestimou os resultados obtidos, quando comparado com o método de água duplamente marcada (EKELUND, et al., 2001).

O acelerômetro triaxial mais utilizado é o Tritrac, que é um instrumento validado para crianças e tem boa correlação com o método observacional ( $r=0,70$  e  $0,77$  para condições de inatividade e ativas, respectivamente), superando inclusive, o monitoramento da FC que se mostrou mais eficiente na monitoração de atividades moderadas à vigorosas ( $r=0,79$ ) do que para atividades de baixo gasto energético ( $r=0,49$ ) (WELK, CORBIN e KAMPERT, 1998).

Segundo ESTON, ROWLANDS e INGLEDEW (1998) o acelerômetro triaxial é o aparelho mais preciso para quantificar a atividade física da criança ( $R^2 =0,83$ ) quando comparado com o acelerômetro uniaxial, pedômetro e telemetria da FC, pois os três eixos tornam o instrumento mais sensível a variada gama de exercícios que a criança pode realizar.

O acelerômetro uniaxial, contudo, é um instrumento preciso e viável para quantificar as atividades desempenhadas pelas crianças em estudos de larga escala (RIDDOCH, et al. 2004; TROST, PATE, FREEDSON, SALLIS e TAYLOR, 2000; ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW, 1999), inclusive quando comparado com o método de água duplamente marcada (EKELUND, et al., 2001) e calorimetria indireta em crianças (PUYAU, ADOLPH, VOHRA e BUTTE, 2002).

A monitoração de 7 dias na semana (sendo 2 no final de semana) produz uma confiabilidade entre 0,86 e 0,87 para crianças entre 7 e 10 anos de idade, a utilização de 4 dias também produz uma confiabilidade aceitável, entre 0,77 e 0,79 (TROST, et al., 2000). Entretanto, a calibragem desses aparelhos deve ser feita com muito cuidado. O fato dos sujeitos estarem com os monitores pode influenciar a atividade física, diminuindo a credibilidade dos dados obtidos (KOO e ROHAN, 1999).

O método de água duplamente marcada é considerado o padrão ouro nesse campo, é uma técnica com alta fidedignidade que não interfere no cotidiano dos sujeitos, porém requer maiores custos financeiros e metodológicos, além de um maior tempo de análise, entre 1-3 semanas (EKELUND, et al., 2001; BRATTEBY, et al., 1997). Apesar de poder calcular o gasto energético com a atividade física, esse método gera apenas valores totais. Não é possível obter dados a respeito do tipo e intensidade da atividade realizada (TROWBRIDGE, GOWER, NAGY, HUNTER, TREUTH e GORAN, 1997).

O instrumento que permite uma larga utilização e, devido as limitações dos métodos citados é ainda muito utilizado, são os questionários e diários de nível de atividade física. Embora alguns instrumentos apresentem uma validade e confiabilidade baixa, estes podem ser aplicados sem maiores complicações metodológicas e sem grandes custos. Entretanto para obtenção de dados precisos é necessária a cooperação dos sujeitos, uma grande limitação é as variações sazonais

Existe uma série de questionários desenvolvidos para indivíduos adultos. Em crianças, devido capacidade cognitiva diferenciada e a menor assimilação das informações, ainda são poucos os questionários validados. Entre eles temos o Godin-Shephard, Perspiration Score, Stairs Score, Specific Activity Score e o Bouchard.

O diário de BOUCHARD (1983) apresenta confiabilidade de 0,96 para indivíduos entre 10 e 50 anos de idade e o coeficiente específico para as crianças foi de 0,91. Esse diário foi validado contra um teste submáximo em cicloergômetro que gerou um coeficiente de 0,31 ( $p < 0,05$ ) (BOUCHARD, TREMBLAY, LEBLANC, LORTIE, SAVARD, THERIAULT, 1983). Posteriormente o diário de BOUCHARD (1983) foi validado contra o método de água duplamente marcada e calorimetria indireta em indivíduos com média de 15 anos de idade, sendo de 1,2% a diferença entre os métodos (BRATTEBY, SANDHAGEN, FAN e SAMUELSON, 1997).

Esse método apresenta a desvantagem de subestimar as atividades de curta duração, uma vez que é anotada a atividade predominante no intervalo de 15 minutos e basear-se na taxa metabólica basal de indivíduos adultos jovens, ou seja, assumem o valor basal igual 4,19 kJ/min, o que na realidade varia em função do



sexo, idade e superfície corpórea (SHEPHARD, 2003). O esquecimento e a menor capacidade cognitiva das crianças também podem gerar erros

O presente estudo apresenta uma limitação que impossibilita o uso de outros métodos diferentes de questionários, dessa forma, será aplicado o diário modificado de BOUCHARD (1983) para quantificar o nível de atividade física das crianças. Esse instrumento divide o dia em 96 períodos de 15 minutos e o indivíduo classifica a atividade predominante do período em uma escala numérica de 1 a 9 que corresponde a um coeficiente do nível de atividade física representativo de múltiplos da taxa metabólica basal. O diário de Bouchard (1983) foi adotado para mensurar o nível de atividade física em recentes estudos (YOUNGSTEDT, PERLIS, O'BRIEN, PALMER, SMITH, ORFF e KRIPKE, 2003; EISENMANN, KATZMARZYK, PERUSSE, BOUCHARD e MALINA, 2003).

Na presente investigação serão utilizados três dias, sendo um no final de semana (Segunda, Terça e Sábado), pois existe diferença no gasto energético das crianças nos dias em que elas não freqüentam a escola e saem da rotina semanal. Maiores detalhes à respeito do recordatório de BOUCHARD serão abordados no Capítulo 3, Item 3.2 (Instrumentos e procedimentos).

## **2.5 NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM CRIANÇAS**

Decorrente dos avanços tecnológicos da sociedade moderna e industrializada, crianças e adolescentes têm adotado hábitos de vida que cada vez mais reduzem o trabalho físico, tornando-os mais sedentários. Atualmente o universo infantil vive uma transição, de um comportamento com ampla liberdade para movimentar-se para um estilo de vida com: restrição de espaço físico, insegurança nas ruas, maior acesso a brinquedos eletrônicos, aumentado tempo despendido em frente à televisão, videogame ou computador, entre outros. (PINHO e PESTROSKI, 1997).

Essa mudança de comportamento, que leva a maioria dos indivíduos ao sedentarismo, traz conseqüências relacionadas ao aumento da incidência de obesidade e outras doenças crônico-degenerativas e também pode ser refletida na composição corporal e na aptidão física da criança (RIBEIRO, 2001; BLAAK,



WESTERTERP, BAR-OR, WOUTERS e SARIS, 1992). Em estudo longitudinal realizado com crianças de 3 anos e posteriormente com 5 anos de idades mostrou baixos níveis de atividade física, essas crianças despendiam cerca de 20-25 minutos de atividade moderada à vigorosa (REILLY, JACKSON, MONTGOMERY, KELLY, STATER, GRANT, PATON, 2004), ou seja, as transformações vividas pela sociedade estão atingindo as crianças desde a primeira infância.

O nível de atividade física habitual (NAFH) é um importante indicador da condição física das crianças e está inversamente relacionado com a adiposidade. Baixos níveis de atividade física favorecem o aparecimento da obesidade justamente devido à associação direta que existe entre o dispêndio de energia e o acúmulo de gordura corporal (PINHO e PETROSKI, 1997). Entretanto, em muitos casos quando o componente de gordura é excessivo, o tempo gasto com FC pode se elevar super estimando o nível de atividade física quando mensurado pela monitoração da FC, ou seja, quanto maior a adiposidade maior é o estresse no sistema cardiovascular que tem que realizar mais trabalho (maior FC) para desempenhar atividades moderadas. Níveis de adiposidade são um forte preditor da aptidão física geral (ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW, 1999).

Atividades com baixo gasto energético, como assistir televisão, brincar com jogos eletrônicos, ler, entre outras, têm influência sobre o nível de atividade física das crianças, além de ser importante na determinação de desenvolvimento de obesidade. Exemplificando, a literatura mostra que existe uma relação causal positiva entre o tempo gasto assistindo televisão e o sobrepeso/obesidade (ARLUK, BRANCH, SWAIN e DOWLING, 2003; LOWRY, WECHSLER, GALUSKA, FULTON e KANN, 2002; CRESPO, SMIT, TROIANO, BARTLETT, MACERA e ANDERSEN 2001; ANDERSEN, 1998; GORTMAKER, MUST, SOBOL, PETERSON, COLDITZ e DIETZ, 1996). Outros estudos não encontraram tal relação (MASCARENHAS, MACHADO, BRUM, CAMPOS e NUNES, 2003; FRANCIS, LEE e BIRCH, 2003; DURANT, BARANOWSKI, JOHNSON e THOMPSON, 1994), entretanto, o fato de assistir televisão é ainda agravado pelo consumo excessivo de alimento em frente à tela, muitas vezes induzido pelas propagandas exibidas nos intervalos da programação infantil em geral (FRANCIS, LEE e BIRCH, 2003; BAR-OR, 2000).

Apesar de alguns autores (PATE, DOWDA e ROSS, 1990) terem estabelecido uma associação significativa entre variáveis da aptidão física e a atividade física

habitual em crianças, muito se discute sobre a freqüência, intensidade e duração das atividades para que elas sejam benéficas para a criança.

Em alguns casos (crianças sedentárias e portadoras de patologias específicas) o volume de exercícios acumulado a qualquer intensidade é mais importante que realizar exercícios de forma a controlar rigorosamente a intensidade acima de 50% da freqüência cardíaca de reserva (EPSTEIN, et al., 2001). Os efeitos das atividades contínuas *versus* o acúmulo de diversas séries de atividade durante o dia também são muito questionados. Em crianças, se faz necessário identificar se aquelas que atingem os guias com recomendações sobre o volume, intensidade e duração das atividades física são realmente mais saudáveis e aptas fisicamente que crianças inativas ou que fazem exercícios contínuos (EPSTEIN, et al., 2001). Tais guias são iguais para crianças e adultos e preconizam que todos devem realizar ao menos 30 minutos de atividade moderada à intensa preferencialmente todos os dias da semana (PATE, 1995).

O tempo gasto nas atividades físicas é inversamente relacionado com a intensidade do exercício. Crianças fazem mais de duas horas de atividades diárias de baixa intensidade e aproximadamente 30 minutos diários de atividades com intensidade superior a 50% da freqüência cardíaca de reserva (FCR), nível considerado como estimulante do sistema aeróbio. Em geral, crianças entre 7 e 12 anos de idade gastam  $118,4 \pm 25,0$  minutos em atividades leves que representam 20 a 40% da FCR, ou seja, em atividades que pouco estimulam a aptidão cardiorrespiratória. Gastam em atividades de 40 a 50% da FCR  $46,7 \pm 20,2$  minutos e  $35,7 \pm 10,2$  minutos em atividades de 50 a 60% da FCR. As atividades com intensidade superior somam  $12,9 \pm 6,0$  minutos, sendo que os indivíduos do sexo masculino, em todos os níveis de atividade, apresentam médias superiores às obtidas pelo sexo feminino (EPSTEIN, et al., 2001). No estudo de SANTOS, et al., (2003) que avaliou a atividade física diária de 157 crianças portuguesas entre 8 e 15 anos de idade através de acelerômetro, encontrou que as crianças não estiveram engajadas em períodos prolongados de exercício. Não foi observado nesse estudo 20 minutos de atividade contínua por dia, resultado que vem de encontro ao estudo realizado por TROST, et al., (2002) em que a participação em atividades contínuas vigorosas (> 6 METS) com duração de 20 minutos foi baixa ou inexistente, as atividades com duração de 10 e 5 minutos foram mais realizadas.

Isso pode sugerir que acumular as atividades durante o dia é mais importante que fazê-las de forma contínua, uma vez que essa amostra das crianças portuguesas acumulou no mínimo 60 minutos de exercício de intensidade moderada à intensa na maioria dos dias da semana, excluindo o grupo de meninas com 11-13 anos de idade. Segundo BAQUET, VAN PRAAGH e BERTHOIN (2003) o treinamento intervalado pode aumentar significativamente o pico de  $VO_2$ , entretanto a intensidade, duração, recuperação e séries devem ser especificadas para atingir tais propósitos.

Em adultos, o volume das atividades é importante principalmente quando o indivíduo é muito sedentário. Entretanto, é incerto se benefícios podem resultar de pequenas mudanças na frequência das atividades moderadas, aumentando o gasto energético total (WAREHAM, et al., 2000).

Segundo ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW (1999) em pré-púberes a quantidade total e as atividades moderadas são as que mais influenciam o nível de aptidão física, mais do que atividades vigorosas. Já de acordo com BOREHAM, et al. (1997) são importantes atividades vigorosas para o desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório, conclusão semelhante a de BAQUET, VAN PRAAGH e BERTHOIN (2003) que sugerem intensidades superiores a 80% da FC máxima para aumentar a potência aeróbia. Crianças participantes de treinamentos de *endurance* apresentam uma maior tendência de possuir maiores valores de  $VO_{2máx}$  do que aquelas que não participam de treinamentos vigorosos de *endurance*.

Muitos autores preferem, entretanto, somar as atividades vigorosas e moderadas classificando-as em atividades moderadas à vigorosas (MVPA). Nesse tipo de atividade existe diferença significativa entre os sexos. Os meninos acumulam mais tempo em atividades MVPA do que as meninas, isso foi avaliado em crianças de 9 e adolescentes de 15 anos de idade (RIDDOCH, et al., 2004). Quando apenas a atividade vigorosa é analisada a diferença entre os sexos se torna maior, TROST, et al. (2002) encontrou 45% de diferença em atividades vigorosas e apenas 11% nas atividades moderadas.

De forma geral, os meninos apresentam valores superiores de nível de atividade física total comparados com meninas da mesma faixa etária (RIDDOCH, et al., 2004; MCMURRAY, HARRELL, BANGDIWALLA e HU, 2003; JANZ, LEVY, BURNS, TORNER, WILLING e WARREN, 2002; EPSTEIN, et al., 2001), mesmo nas

idades mais baixas. Em estudo realizado por REILLY, et al., (2004) utilizando o método de água duplamente marcada, já aos 5 anos de idade, houve diferença significativa entre os sexos.

Poucos estudos não apontam a superioridade na quantidade total de atividade física habitual dos meninos, entretanto, mesmo em estudos que não indicam diferença significativa na quantidade total de atividade física despendida, há diferença entre os sexos nas atividades MVPA (TROST, et al., 2002; SLEAP e TOLFREY, 2001), bem como nos estudos citados anteriormente. BALL, et al. (2001), através de água duplamente marcada em crianças australianas entre 6-9 anos, não apontou diferenças significativas entre os sexos. Contudo, tal possibilidade pode ser aceita com naturalidade, uma vez que as diferenças culturais influenciam diretamente a prática de atividade física.

Com relação às diferenças étnicas, um estudo de MCMURRAY, HARRELL, BANGDIWALLA e WU (2003) que avaliou o nível de atividade física através de questionários em 387 meninas e 404 meninos entre 8 e 16 anos de idade, revelou que, em geral, as meninas afro-americanas são menos ativas que as caucasianas e que os meninos caucasianos são menos ativos que os afro-americanos. Em crianças pré-púberes, as meninas afro-descendentes reportam realizar mais atividade intensa do que caucasianas e para meninos, padrões similares de atividade física são encontrados (BRADLEY, MCMURRAY, HARREL e DENG, 2000).

O nível de atividade física muda com o decorrer do crescimento e tem padrões diferenciados entre dias de semana e finais de semana porque a rotina diária das crianças muda nos finais de semana. Esse fator deve ser sempre considerado em qualquer tipo de mensuração do nível de atividade física, pois existe diferença significativa entre inclusive na atividade física MVPA. Segundo ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW (1999) a maioria das crianças é mais ativa em dias de semana do que nos finais de semana. Já em estudo realizado por TROST, et al., (2000), as meninas (7,1±0,9 anos de idade) realmente executam mais atividades MVPA nos fins de semana, sendo a diferença para meninas um pouco mais velhas (10,1±0,9 anos) insignificante. Entretanto para os meninos em ambas faixas etárias as atividades MVPA são superiores nos finais de semana.

Com relação ao crescimento, desenvolvimento e maturação biológica, alguns estudos apontam um declínio da atividade física com o passar do tempo (RIDDOCH,

et al, 2004; MCMURRAY, et al. 2003, TROST, et al. 2002; SALLIS, 2000). As mudanças fisiológicas, a maturação sexual e a pressão causada pelo meio social e colegas se constituem em motivos para o declínio da atividade física (MCMURRAY, et al. 2003). A maturação sexual é mais importante na predição do nível de atividade física de indivíduos do sexo feminino, observou-se que quanto maior a classificação de Tanner reportada maior o nível de atividades sedentárias, entretanto não se sabe ao certo se a inatividade pode levar ao aparecimento precoce da menarca (BRADLEY, et al., 2000). Além disso, é na adolescência que há uma grande transição do Ensino Médio ou para uma faculdade ou para uma carreira profissional, que restringe o tempo livre. Nas crianças, ainda temos o gasto despendido com os processos de crescimento e desenvolvimento, que faz com que a taxa metabólica de repouso seja superior nas crianças e adolescentes do que em adultos (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997).

A maior taxa de declínio do nível habitual de atividade física é encontrada nos adolescentes e o declínio é maior nos indivíduos do sexo masculino, as atividades que mais diminuem durante a adolescência são os esportes não sistematizados e as atividades vigorosas (SALLIS, 2000).

Por outro lado, outros estudos encontraram resultados opostos (SANTOS, et al., 2003). No estudo longitudinal de JANZ, DAWSON e MAHONEY (2000) que mensurou a atividade física através de entrevista durante 5 anos, a atividade física vigorosa aumentou para o sexo masculino e permaneceu inalterada para o sexo feminino.

Apesar de haver alterações no nível de atividade física habitual com o decorrer do tempo, acredita-se que exista uma manutenção de um padrão de atividade física habitual de acordo com a idade e sexo. Em estudo realizado por (PATE, BARANOWSKI, DOWDA e TROST, 1996) crianças de 3-4 anos que foram acompanhadas por telemetria durante 3 anos mostraram, em geral, um padrão constante de atividade física e mantinham-se dentro do ranking para atividade física durante o estudo, ou seja, aqueles que menos ativos tendem a permanecer menos ativos do que a maioria de seus colegas.

A manutenção do padrão de atividade física entre a infância e adolescência mostrou-se leve a moderada em revisão de literatura realizada por MALINA (1996), ou seja, pode ser possível predizer os níveis de atividade física na fase adulta

baseado nos níveis encontrados na infância e adolescência e os hábitos esportivos durante a infância podem formar a base para comportamentos ativos no futuro. JANZ, DAWSON e MAHONEY (2000) fizeram um estudo longitudinal que mostrou relação moderada entre a atividade física na infância e na adolescência. Nesse estudo 53% das crianças do sexo masculino que eram ativas aos 10 anos de idade permaneceram ativas aos 14 anos e para o sedentarismo uma tendência maior foi observada, 73% dos meninos que mais assistiam televisão (atividade de baixo gasto energético) permaneceram nessa classificação aos 14 anos, não foi observada nas meninas resultados similares. Segundo TROST, et al. (2000) as crianças, comparadas com adolescentes, exibem uma menor variabilidade do padrão de atividades MVPA.

## **2.6 APTIDÃO FÍSICA DURANTE A INFÂNCIA**

A aptidão física, classificada segundo sua finalidade, divide-se em: aptidão física relacionada à saúde e aptidão física relacionada à performance. A aptidão física relacionada à saúde se constitui de elementos voltados ao bem-estar e qualidade de vida como a condição cardiorrespiratória, força e resistência muscular, flexibilidade e composição corporal. A aptidão física relacionada à performance agrupa os componentes anteriormente citados e aqueles que possuem relação direta com o desempenho físico no trabalho ou no esporte: potência, tempo de reação, equilíbrio, entre outros. (HOWLEY, 2001, p. S365; NAHAS, 2000, p. 31).

O processo de crescimento, desenvolvimento e maturação biológica, bem como a composição corporal, influenciam a aptidão física. Quanto maior nível maturacional, melhor é o desempenho das crianças e em testes que dependem do peso corporal, como por exemplo testes de deslocamento, quanto mais leve a criança mais chance de ter melhor desempenho.

Durante a infância algumas variáveis da aptidão física são semelhantes entre meninos e meninas. Por exemplo, a força muscular é similar entre os sexos. Apenas com o início da puberdade os meninos adquirem valores superiores comparados as meninas. Existe uma tendência da manutenção dessa característica entre a infância e a adolescência, principalmente para a força de membros inferiores (MALINA,



1996), ou seja, as crianças que obtêm valores superiores de força quando pré-púberes possivelmente serão aquelas que na adolescência possuirão os melhores desempenhos. Essa tendência também é encontrada para a flexibilidade (MALINA, 1996).

Em contrapartida, mesmo em fase pré-púbere, já existem diferenças no  $VO_2$ máx relacionadas ao sexo (McMURRAY, et al., 2003; JANZ, DAWSON e MAHONEY, 2000; DOCHERTY, 1996). McMURRAY, et al. (2002) apresentou diferenças em termos absolutos e relativos de aproximadamente 12% entre os sexos.

A potência aeróbia máxima se mantém constante, em valores relativos, para os meninos e declina nas meninas com o passar do tempo (GUERRA, et al., 2002; JANZ, DAWSON e MAHONEY, 2000). O maior declínio observado para o sexo feminino coincide com os estágios maturacionais 4 e 5 de Tanner, nos quais há uma grande mudança na composição corporal (aumento do tecido adiposo sem concomitante aumento da massa isenta de gordura) que reflete no desempenho (JANZ, DAWSON e MAHONEY, 2000).

McMURRAY, et al. (2003) acompanhou crianças de ambos os sexos por 7 anos, e detectou um declínio maior do  $VO_2$ máx para meninas afro-descendentes do que para caucasianas, concluiu-se que tal declínio foi mais associado ao maior ganho de massa corporal e início precoce da maturação sexual do que diminuição do nível de atividade física. Com os meninos o quadro foi diferente, os valores de  $VO_2$ máx permaneceram estáveis ou aumentaram ligeiramente para os afro-descendentes, enquanto os caucasianos apresentaram declínio da infância para a adolescência, independentemente do nível de atividade física habitual.

De forma geral, o  $VO_2$ máx absoluto aumenta entre as idades de 8 a 16, entretanto, em termos relativos, há um declínio do consumo de oxigênio que parece estar relacionado ao aumento da massa gorda (McMURRAY, et al., 2002). Nesse estudo, para os indivíduos do sexo feminino, o  $VO_2$ máx ( $l/min^{-1}$ ) aumentou 9% por ano até as meninas atingirem 14 anos de idade, entretanto relativamente ao peso corporal, o  $VO_2$ máx decaiu aproximadamente  $1,2 ml.kg^{-1}.min^{-1}$  por ano. Já para o sexo masculino o  $VO_2$ máx absoluto aumentou cerca de 14% ao ano dos 8 aos 16 anos de idade, o  $VO_2$ máx relativo permaneceu estável para indivíduos afro-descendentes dos 8 aos 11 anos, depois decaiu e estabilizou novamente entre os 12



e 16 anos de idade. Para os caucasianos o  $VO_2$ máx relativo caiu entre os 8 e 10 anos e depois aumentou levemente entre os 12 e 16 anos.

TROWBRIDGE, et al. (1997) encontraram diferenças significativas entre crianças pré-púberes afro-descendentes (*African-American*) e caucasianas. Essa diferença foi observada para ambos os sexos e gerou 15% de superioridade para os caucasianos, mesmo quando o  $VO_2$ máx foi corrigido pela massa magra, massa gorda ou massa da perna. McMURRAY, et al., (2002) também encontrou tais diferenças numa população de 2540 crianças entre 8 e 16 anos de idade, os caucasianos, de ambos os sexos, tiveram um maior  $VO_2$ máx em termos relativos, entretanto, em termos absolutos os afro-descendentes obtiveram valores superiores.

Em estudo mais recente, houve apenas uma tendência (sem significância estatística) do  $VO_2$ máx das meninas afro-descendentes terem valores inferiores aos obtidos pelas caucasianas e os valores foram similares para os meninos (McMURRAY, et al., 2003).

A potência aeróbia máxima apresenta uma relação moderada entre a infância e a adolescência, ou seja, as crianças que obtêm valores superiores de  $VO_2$ máx quando pré-púberes têm maior propensão de continuarem tendo desempenho superiores na adolescência. Em geral, as chances de uma criança com nível de aptidão física baixo se tornar apta é pequena, porém é mais fácil uma criança inapta tornar-se apta do que uma criança com nível de aptidão física desejável tornar-se inapta (JANZ, DAWSON e MAHONEY, 2000).

## **2.6 O PAPEL DA GENÉTICA NO DESENVOLVIMENTO DA APTIDÃO FÍSICA**

O papel da genética no desenvolvimento da aptidão física deve ser compreendido, uma vez que a relação entre o ambiente e a genética é intrínseca. O aspecto ambiental e suas relações não podem existir sem o genético e vice-versa

Num treinamento físico, a resposta a um estímulo específico pode variar de pessoa para pessoa de acordo com o potencial genético da mesma. As adaptações ao treinamento aumentam simultaneamente a transcrição dos genes e a tradução do m-RNA (RNA mensageiro) das proteínas específicas promovendo mudanças que são características individuais ao treinamento (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997). Dessa forma, existem grupos de pessoas que respondem com facilidade ao

treinamento, pessoas com respostas médias e respostas baixas independentemente de idade, sexo, etnia e aptidão física inicial (SKINNER, JASKOLSKI, KRASNOFF, GAGNON, LEON, RAO, WILMORE e BOUCHARD, 2001), ou seja, a genética contribui para as diferenças individuais na aptidão física e performance, bem como no gasto energético.

O fator genético e/ou cultural transmitido através das gerações pode predispor uma criança ser ativa ou não, sendo que a contribuição genética para essa variável é cerca de 29% e a ambiental 71%, inclusive a participação em esportes pode ser influenciada em cerca de 12% por fatores culturais (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997).

Aparentemente, os fatores genéticos são responsáveis por aproximadamente 25-50% da variação fenotípica nas atividades enzimáticas da PFK, das vias do ciclo do ácido cítrico (OGDH) e da razão entre atividade glicolítica e oxidativa (PFK/OGDH). Evidências sugerem que cerca de 50-60% da resposta ao treinamento intermitente nas enzimas HK (*hexokinase*), LDK (lactato desidrogenase), MDH (*malate dehydrogenase*), OGDH e PFK/OGDH esta associada ao genótipo e 80% da creatina quinase (CK) também (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997).

Os fatores genéticos também desempenham papel importante na explicação das diferenças inter individuais na aptidão física (força, flexibilidade e potência). A aptidão cardiorrespiratória é diretamente influenciada pois o tamanho do coração e a função cardíaca são altamente determinada pelo genótipo (principalmente a espessura da parede superior e o diâmetro da aorta), bem como as funções pulmonares moderadamente. A resposta ao exercício físico intenso sobre o sistema cardiorrespiratório pode variar entre 30-70% em função da genética e em intensidades mais baixas do VO<sub>2</sub>máx a predisposição é significativa (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997).

As pesquisas realizadas com crianças pré-púberes sobre o efeito do treinamento na aptidão física, particularmente no desenvolvimento da potência aeróbia, ainda não produziram resultados consistentes (BAQUET, VAN PRAAGH e BERTHOIN, 2003) justamente pela interação genética x ambiente. Outro fator que impede a completa elucidação deste fato é o processo de crescimento, que proporciona ganhos relativos ao desenvolvimento dos tecidos e de suas funções. Segundo BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE (1997), a potência aeróbia tem uma

treinabilidade limitada em crianças abaixo de 10 anos de idade e que em adultos a genética modula entre 25-40% a resposta ao treinamento aeróbio específico.

Comparando grupos de sujeitos destreinados e treinados em estudos transversais não se pode concluir se os indivíduos treinados melhoram seu  $VO_2$ máx em função da participação em exercício físico sistematizado ou se eles já possuem uma predisposição fisiológica que os atraem para tais atividades e por isso obtêm sucesso, refletindo o processo de seleção natural (*self-selection*) (PAYNE e MORROW JR, 1993).

Comparativamente com o nível de atividade física habitual, O  $VO_2$ máx se mantêm mais constante em crianças, acreditando-se que o consumo de oxigênio tenha um item genético maior e que o nível de atividade física tenha um componente comportamental maior (McMURRAY, et al., 2003).

No estudo de Ball, et al. (2001), que se utilizou de água duplamente marcada, as crianças australianas entre 6-9 anos ficaram aproximadamente 11% abaixo das recomendações feitas pela FAO/WHO/UNU (1985). No estudo de Epstein, et al. (2001), na média, as crianças fazem atividade física suficiente de acordo com o guia estabelecido pela ACSM/CDC (30 minutos de atividade MVPA preferencialmente todos os dias da semana).

## **3.0 METODOLOGIA**

### **3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

Amostra estratificada com número de participantes igual a 95 crianças pré-púberes entre 7 e 9 anos de idade, de ambos os sexos, divididas nos seguintes grupos de atividade física: A) Treinamento competitivo: 12 crianças pré-púberes do sexo masculino engajadas em treinamentos esportivos de especialização aprofundada predominantemente aeróbio e 12 crianças pré-púberes atletas do sexo feminino engajadas em treinamentos esportivos de especialização aprofundada predominantemente aeróbio, ambos participantes de competições; B) Iniciação esportiva: 11 crianças pré-púberes do sexo masculino engajadas em treinamentos esportivos de especialização aprofundada predominantemente anaeróbio e 12 crianças pré-púberes do sexo feminino engajadas em treinamentos esportivos de especialização aprofundada predominantemente anaeróbio, ambos iniciando as atividades; C) Ativas: 12 crianças pré-púberes do sexo masculino ativas e 12 crianças pré-púberes do sexo feminino ativas classificadas segundo recordatório de Bouchard modificado; D) Sedentárias: 12 crianças pré-púberes do sexo masculino sedentárias e 12 crianças pré-púberes do sexo feminino sedentárias classificadas segundo recordatório de Bouchard modificado.

Os grupos C e D serão constituídos de acordo com o gasto energético da criança (kcal/kg/dia) obtido através do questionário de BOUCHARD (1983). A separação se dará com base em piloto previamente realizado no Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte da UFPR, com o total de 151 crianças entre 7 e 9 anos de idade, sendo 78 do sexo masculino e 73 do sexo feminino. Esses dados foram coletados no segundo semestre de 2002 em uma escola da rede particular e uma da rede pública de ensino da cidade de Curitiba/PR.

O ponto de corte será baseado em quartis (Tabela 1) de acordo com o piloto acima mencionado. Para o grupo D (sedentários) serão adotados valores inferiores a 38,33 e 38,90 para meninos e meninas respectivamente e para constituição do grupo C (ativos) serão adotados valores superiores a 40,10 e 40,72 para meninos e

meninas respectivamente. O cálculo em quartis, bem como a média e a mediana foram calculados através do software estatístico “R” versão 1.7.0.

**Tabela 1.** Valores da distribuição do piloto referente ao nível de atividade física habitual de crianças pré-púberes.

Atividade física habitual (kcal.kg <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	Meninos	Meninas
Valor mínimo	33,61	34,06
Primeiro quartil	38,33	38,90
Mediana	40,72	40,10
Média	41,85±4,8	40,95±3,28
Terceiro quartil	45,06	42,47
Valor máximo	52,83	51,23

O Bouchard não será utilizado para formar os grupos A e B, pois estes serão constituídos pelo fato da criança participar de esportes sistematizados regularmente. Para a constituição do grupo de crianças participantes de treinamento de especialização aprofundada aeróbio (Treinamento Competitivo) a modalidade deve superar de seis meses de prática, o mínimo de três vezes semanais e a participação periódica em campeonatos, festivais e/ou torneios se faz necessária. Para o grupo Iniciação Esportiva, o treinamento deve ser de mínimo 6 meses, duas vezes por semana, caracterizando o aprendizado em uma modalidade.

## **3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS**

### **3.2.1 Carta convite e ficha de identificação**

No intuito de convidar as crianças para o estudo, será enviada uma carta convite com breve explicação sobre a pesquisa e testes a serem administrados (Anexo 1). Para o subsequente cadastro das crianças no experimento, os pais e responsáveis irão preencher uma ficha previamente numerada com os dados de identificação da criança, data de nascimento, endereço da residência, telefone para contato e dados referentes à Instituição de Ensino por elas freqüentadas e, no

mesmo documento, o termo de consentimento da participação das crianças como sujeitos da pesquisa será assinado (Anexo 2).

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná (Anexo 3).

### 3.2.2 Ficha da condição esportiva

Esse instrumento irá ser utilizado apenas para os grupos que são compreendidos pelas crianças engajadas em treinamentos esportivos sistematizados (grupo A e B) para avaliação do perfil do praticante. (Anexo 4). Constando detalhes sobre a modalidade esportiva praticada, tempo e local da prática esportiva, entre outros.

### 3.2.3 Nível de atividade física habitual

Será utilizado o questionário de Bouchard modificado para quantificar o nível de atividade física habitual das crianças. Esse instrumento tem como base uma ficha constando informações sobre o nível de atividade física habitual das crianças em três dias diferentes da semana (dois durante a semana - segunda e terça - e um no final de semana - sábado). O registro das atividades desempenhadas pela criança é feito a cada 15 minutos (Anexo 5). Tais atividades são identificadas e, de acordo com uma classificação pré-determinada, anotadas na forma de uma escala numérica de 1 a 9 que corresponde ao gasto calórico aproximado das atividades em METS ou kcal/kg/15min (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização das atividades, gasto energético e correspondente classificação numérica.

Valor	Exemplo de atividades	Gasto energético médio em METS	Gasto energético médio em kcal/kg/15min
1	Dormir e descansar na cama	1.0	0.26
2	Sentado: comer, escrever, assistir TV, assistir aula	1.5	0.38
3	Atividades leves em pé: higiene pessoal, cozinhar, etc.	2.3	0.57
4	Caminhada leve (menos de 4km/h), dirigir, se vestir, tomar	2.8	0.69

	banho, etc.		
5	Trabalhos manuais: pintar, tarefas do lar, caminhada entre 4 e 6 km/h.	3.3	0.84
6	Atividades recreacionais e esportes: vôlei, tênis, bicicleta (menos de 10km/h), etc.	4.8	1.2
7	Carregar objetos pesados, trabalho manual pesado, etc.	5.6	1.4
8	Atividades esportivas e recreacionais de alta intensidade (não-competitivas): ciclismo (menos de 15km/h), dança, ginástica, natação, andar (acima de 6km/h);	6.0	1.5
9	Trabalho manual intenso, atividade esportivas intensas ou esportes competitivos: carregar cargas pesadas, correr (mais de 9km/h), natação, tênis, escalada, lutas, etc.	7.8	2.0

FONTE: BOUCHARD, et al. (1983).

Uma vez preenchida todas as lacunas correspondentes a classificação, contam-se os 96 códigos e multiplicam-se pelos seus respectivos gastos energéticos. Obtêm-se o gasto energético de cada dia separadamente, após a média dos 3 dias da semana, cuja unidade de medida é em quilocalorias por massa corporal total por dia.

Será consultado o Compêndio de Atividades Físicas proposto por AINSWORTH, HASKELL, WHITT, IRWIN, SWARTZ, STRATH, O'BRIEN, BASSETT JR, SCHMITZ, EMPLAINCOURT, JACOBS JR e LEON (2000) para qualquer atividade que não esteja listada na Tabela 1 e gere dúvidas a respeito do gasto energético proporcional no preenchimento do recordatório de Bouchard. Afim de padronização foi estabelecido que aulas de Educação Física escolar serão classificadas como nível 6, apesar de existir diferenças entre as aulas de diferentes professores e inclusive aulas do próprio professor.

A intensidade das atividades será dividida em três: leve, moderada e vigorosa. Do código 1 ao 4 da classificação proposta por Bouchard Atividades Leves, do código 5 ao código 7 serão consideradas Atividades Moderadas e o código 8 e 9 Atividades Vigorosas. Tais intensidades são determinadas segundo PATE (1995) que caracteriza a intensidade leve menor que 3 METs, moderada entre 3 e 6 METs e vigorosa acima de 6 METs. Esse parâmetro foi adotado em diferentes estudos recentes (MYERS, ATWOOD e FROELICHER, 2003; TROST, et al., 2002; EPSTEIN et al., 2001; AINSWORTH et al., 2000).



Esse instrumento foi desenvolvido por BOUCHARD (1983) na forma de auto-avaliação com crianças a partir de 10 anos de idade, com confiabilidade de 0,91 em crianças (KRISKA e CASPERSEN, 1997, p. 6). Como a população do estudo é formada por crianças mais jovens, entre 7-9 anos, esse instrumento foi modificado sendo administrado sob forma de entrevista MACHADO (2002).

### 3.2.4 Maturação sexual (auto-avaliação de Tanner)

Para assegurar a hipótese que as crianças se encontram no mesmo estágio maturacional pré-púbere, o teste de auto-avaliação de Tanner será realizado. Esse teste é um procedimento simples realizado pela própria criança. Compreende a identificação do estágio atual de desenvolvimento das características sexuais secundárias de acordo com cinco classificações propostas por Tanner e adaptadas em forma de figuras (Anexo 6) (DOCHERTY, 1996). Segundo (BOJIKIAN, MASSA, MARTIN, TEIXEIRA, KISS e BOHME, 2002) não existem diferenças significativas quando são analisadas fotos ou desenhos e que a utilização dos últimos causa menos constrangimento além de possuir uma breve explicação escrita, o que confere vantagens a utilização dos desenhos ao invés das fotos.

As crianças irão analisar apenas a pilosidade pubiana, pois de acordo com estudos recentes verificou-se que existe um maior grau de concordância entre a avaliação feita pelo sujeito e a avaliação médica nessa característica (BOJIKIAN, et al, 2002; HERGENROEDER, HILL, WONG, HAGHPEYKAR e TAYLOR, 1999; MATSUDO e MATUSUDO, 1991).

Os indivíduos devem encontrar-se na fase 1 de Tanner para pêlos pubianos, ou seja, não devem exibir qualquer presença de pilosidade pubiana, rejeitando a hipótese que algum indivíduo possa estar num estágio maturacional mais avançado (classificação 2).

O responsável pela administração do teste irá explicar para cada criança em particular como este se procederá enfatizando a importância da confiabilidade dos resultados. A criança será conduzida a um ambiente fechado onde estarão afixadas as figuras com as diferentes fases de desenvolvimento de pêlo pubiano de Tanner (de 1 a 5) e sozinha irá identificar a figura com que mais se assemelha seu estágio

maturacional atual. Uma vez detectada a figura que mais corresponde a sua maturação atual, a criança irá escrever num papel com sua identificação, o número da figura correspondente ao seu estágio atual.

### 3.2.5 Medidas de composição corporal (massa corporal, estatura, IMC e percentual de gordura)

Para garantir que as crianças tenham uma composição corporal similar e não se encontram com sobrepeso serão avaliados: massa corporal, estatura e percentual de gordura. A medida de massa corporal será feita em uma balança eletrônica com precisão de 5 gramas da marca "Toledo". O procedimento de pesagem será feito por um único avaliador com a criança descalça, e em trajés leves (camiseta e calção) no ambiente do laboratório. Logo após a pesagem e no mesmo ambiente a medida de estatura feita com a utilização uma fita métrica flexível com escala de medida de 0,1cm. A fita será fixada verticalmente na parede do laboratório e a criança permanecerá numa postura ereta, encostando a parte posterior do corpo sobre a fita com seus calcanhares totalmente encostados na parede. Posteriormente será calculado o Índice de Massa Corpórea (IMC) obtido através da relação da massa/estatura<sup>2</sup>. Segundo LINDSAY, HANSON, ROUMAIN, RAVUSSIN, KNOWLER, e TATARANNI (2001) o IMC é um método barato, fácil tecnicamente de se obter, não apresenta grandes flutuações quando se utilizam medidas repetidas e é mais preciso que o percentual de gordura para avaliar a adiposidade.

Para o cálculo do percentual de gordura serão utilizados os dois pontos anatômicos mais utilizados pela literatura para esse fim: dobra tricipital e subescapular. Existem várias equações que se utilizam dessas dobras específicas, entre elas a de WEINER e LOURIE (1981), TANNER E WHITEHOUSE, LOHMAN (1986) e SLAUGHTER (1988). A equação a ser utilizada nesse estudo é a de SLAUGHTER (1988), largamente aplicada em pesquisas recentes (FILAIRES e LAC, 2002; GUERRA, RIBEIRO, COSTA, DUARTE, MOTA, 2002; WEIMANN, 2002; EKELUND, SJOSTROM, YNGVE, POORTVLIET, NILSSON, FORBERG, WEDDERKOPP e WESTERTERP, 2001; GUEDES e GUEDES, 2000; ROWLAND, 2000; TURLEY e WILMORE 1997A; TURLEY e WILMORE 1997B). Segundo

GUEDES e GUEDES (2000), a equação de SLAUGHTER (1988) apresenta muitas vantagens, pois diferencia meninos e meninas, maturação sexual (pré-púberes, púberes e pós-púberes) indivíduos com sobrepeso (cuja somatória dessas duas dobras é superior a 35mm) e etnia (brancos e negros), minimizando a possibilidade de erro. Além disso, ela é baseada na composição da massa livre específica para crianças, baseada no modelo de multi componentes. O crescimento, desenvolvimento e maturação da criança trazem várias mudanças nos componentes aquoso, protéico e mineral da massa magra que mudam significativamente durante a infância, sendo que o primeiro diminui e o mineral aumenta até a fase adulta. Logo, existe significativa diferença entre a densidade da massa magra de um adulto e de uma criança, equações que se utilizam o modelo (*two-component*) superestimam o valor do percentual de gordura em crianças em 3-4% (HEYWARD e STOLARCZYK, 1996, p. 92; JANZ, NIELSEN, CASSADY, COOK, WU e HANSEN, 1993).

Para indivíduos pré-púberes com somatório das dobras inferior a 35mm, o cálculo utilizado para meninos brancos é:  $\%gordura = 1,21(S_2) - 0,008(S_2)^2 - 1,7$  e para meninos negros:  $\%gordura = 1,21(S_2) - 0,008(S_2)^2 - 3,5$  para meninas brancas e negras que não excedem 35 no somatório das dobras a equação é a mesma:  $1,33(S_2) - 0,013(S_2)^2 - 2,5$ . Para pré-púberes cuja soma das duas dobras (tricipital e subescapular) é superior a 35mm a equação é a mesma tanto sujeitos brancos quanto negros. Para meninos:  $\%gordura = 0,783(S_2) + 1,6$  e para meninas:  $\%gordura = 0,546(S_2) + 9,7$ ; onde  $S_2$  é o somatório da dobra tricipital e subescapular em milímetros (GUEDES e GUEDES, 2000, p. 65; HEYWARD e STOLARCZYK, 1996, p. 93). Os valores de referência para meninos e meninas podem ser vistos nas Tabelas 3 e 4 respectivamente.

**Tabela 3.** Valores de referência para percentual de gordura (SLAUGHTER, 1998) e somatório de dobras cutâneas (tricipital e subescapular) para meninos pré-púberes.

Percentual de gordura	Soma das dobras tricipital e subescapular	Classificação
<6%	< 8 mm	Muito baixo
6-10%	8-13 mm	Baixo
10-20%	13-22 mm	Normal
20-25%	22-29 mm	Moderadamente alto
15-31%	29-39 mm	Alto

> 31%	> 39 mm	Muito alto
-------	---------	------------

FONTE: HEYWARD e STOLARCZYK (1996) – pág. 96.

**Tabela 4.** Valores de referência para percentual de gordura (SLAUGHTER, 1998) e somatório de dobras cutâneas (tricipital e subescapular) para meninas pré-púberes.

Percentual de gordura	Soma das dobras tricipital e subescapular	Classificação
<11%	< 11 mm	Muito baixo
11-15%	11-15 mm	Baixo
15-26%	15-27 mm	Normal
26-30%	27-35 mm	Moderadamente alto
30-35,5%	35-45 mm	Alto
> 35,5%	> 45mm	Muito alto

FONTE: HEYWARD e STOLARCZYK (1996) – pág. 96.

No estudo de GUEDES e GUEDES (2000) foram utilizadas as dobras tricipital, subescapular e a equação de SLAUGHTER (1988) em uma população constituída de 47.775 escolares no total, através de amostra aleatória, desses 338 (162 meninos e 176 meninas) e 326 (162 meninos e 164 meninas) na faixa etária de 8 e 9 anos respectivamente, na cidade de Londrina/PR. Os valores da média e desvio padrão da dobra subescapular, tricipital, somatório e percentual de gordura de crianças pré-púberes entre 8 e 9 anos podem ser vistos na Tabela 5.

**Tabela 5.** Médias e desvio-padrão de dobras tricipital, subescapular, somatório e percentual de gordura (SLAUGHTER, 1998) de crianças pré-púberes da cidade de Londrina/PR.

Grupo	Tríceps (mm) (TR)	Subescapular (mm) (SB)	Somatório (TR+SB)	% Gordura
Meninos 8 anos	10,49 ( $\pm$ 4,68)	6,59 ( $\pm$ 4,10)	17,08 ( $\pm$ 8,50)	16,16 ( $\pm$ 6,81)
Meninas 8 anos	12,41 ( $\pm$ 4,55)	7,50 ( $\pm$ 3,38)	19,91 ( $\pm$ 8,03)	18,22 ( $\pm$ 5,58)
Meninos 9 anos	10,16 ( $\pm$ 4,44)	6,63 ( $\pm$ 3,38)	16,79 ( $\pm$ 7,53)	15,14 ( $\pm$ 6,18)
Meninas 9 anos	12,98 ( $\pm$ 5,61)	8,61 ( $\pm$ 5,70)	21,59 ( $\pm$ 11,00)	19,21 ( $\pm$ 7,29)

FONTE: GUEDES e GUEDES (2000) – pág. 242.

O percentual de gordura é uma técnica de estimativa de gordura cujo erro (SEE) é alto, inclusive em crianças (4,5% gordura corporal) (DOCHERTY, 1996, p. 92), entretanto a equação desenvolvida por SLAUGHTER (1998) tem esse índice um

pouco menor, variando de 3,6% a 3,9% (HEYWARD e STOLARCZYK, 1996, p. 95). JANZ et al. (1993) validou as equações de predição de gordura corporal de SLAUGHTER (1998). Para meninas a equação tríceps + panturrilha tende a superestimar em mais 1,7% o percentual de gordura, enquanto a equação tríceps + subescapular para meninos teve um erro maior (SEE = 4,6%) do que ambas equações para meninas (SEE = 3,5 e 3,6%), sendo dessa forma a equação tríceps + subescapular mais indicada para ser utilizada. Segundo os autores, a equação de SLAUGHTER (1988) é o melhor método antropométrico para estimar percentual de gordura em crianças e adolescentes (JANZ, et al., 1993, p. 1073).

As medidas de dobras cutâneas serão feitas com o compasso da marca Cescorf e realizadas de acordo com as técnicas descritas pelo COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA, sendo a dobra subescapular diagonal (45°) 1 a 2 cm abaixo da escápula do lado direito do corpo e a dobra tricipital vertical, na parte posterior média do braço direito, com este relaxado ao lado do corpo. Em ambas as medidas o avaliado irá permanecer em pé, numa posição ereta.

Serão feitas três medidas no mesmo local com a leitura da dobra feita no máximo dentro de 2 segundos. O avaliador irá coletar os dados com seus dedos polegar e indicador posicionando o plicômetro 1 cm longe da pegada e mantendo-a enquanto faz a leitura (ACSM, 2000, p. 65). Havendo diferença significativa (2 milímetros) entre as medidas nova medida deverá ser tomada depois que o próximo local for medido permitindo que a pele se acomode para a terceira medida. Todas essas medidas de avaliação da composição corporal serão anotadas em uma ficha específica contendo as informações de peso, estatura e dobras cutâneas (Anexo 7).

### 3.2.6 Potência aeróbia funcional ( $VO_{2\text{pico}}$ )

O  $VO_{2\text{pico}}$ , assim como o  $VO_{2\text{máx}}$ , é uma das medidas mais válidas de capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório. O  $VO_{2\text{pico}}$  será expresso em termos absolutos ( $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e em termos relativos, corrigindo-se para o peso corporal. Em termos relativos, a unidade de medida é em mililitros de oxigênio por quilograma de peso por minuto ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

O teste a ser utilizado para medir a capacidade aeróbia funcional é um teste direto máximo realizado em uma esteira da marca Ecafix (EG 700X), na qual a

criança se exercitará de forma gradual em um protocolo do tipo contínuo – Balke -, no qual não há período de repouso entre as cargas submáximas atingindo uma intensidade máxima. O teste em circuito aberto irá determinar o  $VO_2$  diretamente através da análise do ar expirado ( $VE$ ,  $VO_2$ ,  $VCO_2$ ) através do analisador de gases da marca Parvo Medics - metabolic measurement system (MMS - 2400), previamente calibrado com uma quantidade conhecida de gases antes da administração dos testes. A análise dos gases expirados será feita com o software da Parvo Medics TrueMax 2400. As variáveis que esse programa disponibiliza são: tempo (minutos: segundos),  $VO_2$  ( $l.min^{-1}$ ),  $VO_2$  ( $ml.kg.min^{-1}$ ), METS, taxa de troca gasosa expirada (RER), limiar ventilatório ( $VE$ ),  $O_2Eqv$ , %CHO, %FAT, ventilação-minuto ( $l.min^{-1}$ ), entre outros. Os dados ventilatórios serão obtidos num intervalo de 5 segundos. A umidade, pressão e temperatura do ambiente serão controladas através de um aparelho da marca Davis Perception II.

O protocolo de Balke para esteira será utilizado para se medir o  $VO_{2pico}$  nesse estudo. Este foi escolhido em função da amostra que será constituída de sujeitos com diferentes níveis de condicionamento físico, sendo um quarto destes sedentários. O protocolo de Balke, como qualquer outro protocolo apresenta vantagens e desvantagens. A principal vantagem e motivo pelo qual o protocolo foi escolhido é o de ter a velocidade constante facilitando a adaptação da criança na esteira. A maior desvantagem é que sua duração é longa quando realizado por indivíduos com bom condicionamento, sendo a duração máxima de 22 minutos. Em cada estágio há alteração apenas na inclinação da esteira e a velocidade permanece constante - 3,3 mph (POLLOCK e WILMORE, 1993).

A criança fará um aquecimento de 3 minutos antes do início do teste com a inclinação da esteira igual a 0% e velocidade de 2mph, depois disso, os procedimentos para coleta do ar expirado serão administrados. A criança irá colocar um suporte sobre a cabeça que terá um bucal com duas membranas para a filtração do ar, no qual a criança terá que respirar, preso a este um dispositivo cilíndrico que levará o ar expirado até o analisador de gases. Os indivíduos deverão andar na esteira sem segurar as barras laterais e uma proteção será colocada atrás da esteira para evitar traumas decorrentes de quedas ocasionais. A Frequência cardíaca (FC) será medida com intervalo de minuto através de um sensor de batimentos cardíacos



da marca Polar antes (FC de repouso), durante e após (recuperação em 1 minutos) o teste.

O teste será interrompido se a criança apresentar os seguintes sintomas: tontura, palidez, cianose, angina, entre outras complicações imprevistas ou for atingido o esforço máximo. O esforço máximo é item de extrema importância, os fatores que devem ser considerados são: frequência cardíaca (FC), taxa de troca gasosa expirada (RER) e sinais fisiológicos. Segundo RIVERA-BROWN, ALVAREZ, RODRÍGUES-SANTANA e BENETTI (2001) atingir o platô durante o teste, para crianças pré-púberes, não é um requisito necessário para a definição do  $VO_2$ máx, uma vez que apenas 33% dos sujeitos apresentam um platô no consumo de oxigênio. A combinação de outros fatores e indicadores subjetivos de fadiga podem ser o suficiente para assegurar o esforço máximo em pré-púberes.

Diferentes estudos têm adotado parâmetros distintos para considerarem a FC máxima durante o esforço. HEBESTREIT, STASCHEN e HEBESTREIT (2000) e ROWLAND (2000) interrompem o teste quando a FC ultrapassa 185 bpm, outros autores (GASKILL, RUBY, WALKER, SANCHEZ, SERFASS e LEON, 2001; NEVILL, HOLDER, BAXTER-JONES, ROUND e JONES, 1998; TURKEY e WILMORE; 1997) utilizam um percentual (entre 85 a 95%) da fórmula de Karvonen ( $220 - \text{idade}$ ). Entretanto, BAR-OR (1983) afirma que tal fórmula não se aplica em crianças e que a faixa da FC em testes de esteira em crianças é de 195 a 215 bpm. Devido a isso, será adotado nesse estudo a FC entre 185-200 bpm.

Com relação a RER, o valor adotado pela maioria dos autores (WILLIAMS, ARMSTRONG e POWELL, 2000; HEBESTREIT, STASCHEN e HEBESTREIT, 2000; ROWLAND, 2000; ARMSTRONG, WELSMAN e KIRBY, 1998; TURKEY e WILMORE, 1997; ARMSTRONG et al., 1997) é superior a 1,00. Entretanto, existem autores que utilizam  $RER > 1,10$  (GASKILL et al., 2001; NEVILL et al., 1998).

GASKILL et al. (2001) faz uma distinção entre indivíduos ativos e sedentários, estabelecendo o RER superior a uma unidade e FC maior ou igual a 85% da FC máxima para crianças sedentárias e RER superior a 1,10 e FC igual ou maior que 95% da FC máxima crianças para ativas e atletas.

Para avaliar o esforço máximo, nesse estudo, serão utilizados os seguintes critérios: os sujeitos devem atingir no mínimo um parâmetros dentre os quatro estabelecidos: a frequência cardíaca deve atingir valores entre 185-200 bpm, o



sujeito relatar exaustão que impossibilite a continuidade do teste acompanhadas por sinais fisiológicos, a taxa de troca gasosa expirada (RER) ultrapassar 1,00 ou o platô ( $VO_2$ máx) for atingido (HEYWARD, 1998; DOCHERTY, 1996; ROWLAND, 1993).

Após o teste será feita uma volta-à-calma com inclinação da esteira em 0% e velocidade constante de 2mph, de forma idêntica ao aquecimento.

### 3.2.7 Potência anaeróbia máxima

A Potência Anaeróbia máxima (*peak power*) é obtida através do teste de Wingate, que envolve a execução de exercícios em uma intensidade muito alta por um curto período de tempo (30s). O *peak power* (PP) é a maior potência mecânica atingida expressa em kpm por minuto ou em Watts (DOCHERTY, 1996).

O teste de Wingate será realizado em um ciclo-ergômetro mecânico da marca Cefise, no qual os sujeitos irão pedalar com sua velocidade máxima contra uma carga supra máxima durante 30 segundos. Em estudo realizado por CARLSON e NAUGHTON (1994) que examinou a performance de crianças no teste de Wingate com diferentes cargas (0,04; 0,065; 0,075 e 0,080  $kp.kgBM^{-1}$ ) concluiu-se que as três cargas mais pesadas não elicitaram nenhuma diferença significativa no desempenho das crianças entre 6 e 12 anos de idade. Entretanto, DORÉ, BEDU, FRANÇA, DIALLO, DUCHÉ e VAN PRAAGH (2000) apontaram a carga ideal como sendo 50  $g.kg^{-1}$ , pois cargas maiores subestimariam a potência anaeróbia.

O presente estudo irá utilizar a carga de 0,075 ( $kp.kg^{-1}$ ), ou seja, (75  $g.kg^{-1}$ ) devido a larga utilização de tal carga em pesquisas recentes (ARMSTRONG, WELSMAN e CHIA, 2001; DE STE CROIX, ARMSTRONG, CHIA, WELSMAN, PARSONS e SHARPE, 2001) e inclusive o mesmo valor foi utilizado para crianças portadoras de doenças, como a fibrose cística e asma (BOAS, DANDURAN e McCOLLEY, 1999; COUNIL, VARRY, KARILA, HAYOT, VOISIN e PREFAUT, 1997).

Precedendo o teste será feito um aquecimento específico de 3 minutos de exercícios contínuos no próprio ergômetro produzindo uma frequência cardíaca média de 160 bpm (com a realização de um pique intencional para criança se adaptar mais facilmente ao teste) e para evitar desconfortos e ocasionais problemas como tontura e vertigens, uma volta-à-calma será feita após o teste durando cerca

de 3 minutos com uma carga mais leve do que utilizada durante o teste. Em crianças esse teste tem uma confiabilidade de 0,95-0,97 e validade extensamente testada (INBAR, BAR-OR e SKINNER, 1996).

### 3.2.8 Resistência Anaeróbia

A resistência anaeróbia (*mean power*), também obtida através do teste de Wingate, é a média da potência mecânica atingida durante trinta segundos, sendo medido o trabalho total em kpm ou Joules (DOCHERTY, 1996).

O teste de Wingate será o mesmo descrito acima e ambos os resultados são obtidos em uma única execução do teste pela criança.

### 3.2.9 Variáveis de controle:

Medicações: os sujeitos não deverão estar utilizando medicamentos, nem iniciar o seu uso antes dos testes laboratoriais;

Ritmo circadiano: para minimizar as influências do ritmo circadiano os testes serão realizados no período da manhã para todos os sujeitos.

### 3.2.10 Instruções pré-teste:

- Exercícios físicos: os sujeitos integrantes de todos os grupos não deverão praticar exercícios moderados a intensos 24 horas antes dos testes laboratoriais;
- Vestimenta: Usar roupas e calçados adequados para a prática de atividade física (camiseta, calção, meia e tênis);
- Alimentação: não comer 3h antes do teste, podendo ingerir líquidos à vontade;
- Repouso: dormir adequadamente (mínimo de 8h) na noite anterior ao teste.

### 3.2.11 Procedimentos:

O primeiro contato com as crianças será feito através das Instituições de Ensino, Clubes ou Associações esportivas. Uma carta com breve explicação da pesquisa e testes a serem administrados (Anexo 1) será enviada aos pais e responsáveis juntamente a uma ficha cadastral e termo de consentimento da realização da pesquisa (Anexo 2).

Para o grupo de crianças participantes de treinamento esportivo sistematizado (grupo A e B), os procedimentos para coleta de dados irão se diferenciar no seguinte aspecto: junto aos documentos anteriormente mencionados segue também a Ficha de Condição Esportiva que contém o perfil desejado do participante de atividades esportivas regulares (Anexo 3).

Os demais passos serão idênticos para participantes e não participantes de atividades esportivas, excetuando-se o local da primeira intervenção. No caso dos grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva, em seus Clubes ou Associações e no caso dos não atletas nas suas respectivas Instituições de Ensino (grupo C e D).

Após as fichas de identificação, termo de consentimento de participação na pesquisa e ficha da condição esportiva serem recolhidas, o diário modificado de Bouchard será aplicado pelo entrevistador e em seguida serão dadas instruções para que as crianças realizem a auto-avaliação da maturação sexual segundo as classificações de Tanner. De posse desses resultados o agendamento da visita ao laboratório será feito.

Na data marcada, as crianças comparecerão ao laboratório junto de seus responsáveis para que as medidas antropométricas de massa corporal, estatura e percentual de gordura sejam feitas nessa mesma ordem. Após, será realizado o teste de  $VO_2$ máx na esteira. No segundo dia de testes, com intervalo de 72 horas depois da primeira visita, a criança comparecerá ao laboratório para executar somente o teste de Wingate de 30 segundos.

## **3.3 DESIGN E TRATAMENTO ESTATÍSTICO**

O estudo é de caráter quase-experimental, tendo como variáveis independentes níveis de atividade física habitual (participantes de treinamento esportivo sistematizado, crianças ativas e sedentárias) e sexo (masculino e feminino). As variáveis dependentes são: indicadores fisiológicos do metabolismo aeróbio (Potência Aeróbia) e do metabolismo anaeróbio (Potência Anaeróbia Máxima e Resistência Anaeróbia).

Análises de variância (TWO-WAY) serão calculadas nas medidas dependentes. Serão calculadas também correlações de Pearson para determinar a relação entre os diferentes indicadores fisiológicos do metabolismo aeróbio e anaeróbio nos diferentes níveis de atividade física e sexo. Será utilizado o nível alfa de 0,05 para as análises.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram coletados dados de 95 crianças entre Setembro de 2003 e Abril de 2004, sendo que consentimento por escrito foi obtido de todos os responsáveis pelas crianças. A Tabela 6 apresenta da caracterização da amostra.

**Tabela 6.** Média e desvio-padrão da idade decimal, massa corporal e estatura.

		N válido	Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (cm)
Sedentários	Meninos	12	8,21±0,60	25,85±3,48	1,295±0,04
	Meninas	12	8,42±0,59	28,71±5,74	1,305±0,05
Ativos	Meninos	12	8,26±0,33	26,39±2,82	1,268±0,05
	Meninas	12	8,32±0,36	29,11±5,07	1,30±0,05
Treinamento competitivo	Meninos	12	9,32±0,47	27,11±4,07	1,297±0,06
	Meninas	12	8,48±0,85	26,0±5,63	1,284±0,11
Iniciação esportiva	Meninos	11	8,54±0,75	26,60±4,86	1,277±0,06
	Meninas	12	8,48±0,67	25,65±3,40	1,281±0,04
Total		95	8,50±0,66	26,93±4,50	1,288±0,06

O grupo de crianças pré-púberes entre 7 e 9 anos de idade foi formado aleatoriamente, segundo os níveis de atividade física habitual e maturação sexual. As crianças que apresentaram classificação 2 para pêlos pubianos de Tanner ou estiveram no ponto de corte para nível de atividade física habitual (NAFH) foram descartadas desta amostra.

### 4.2 DIFERENÇAS NO IMC EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) indicaram que não existem diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 0,48$ ,  $p = (0,49)$ , para o grupo de

atividade física  $F(3,87)= 1,36$ ,  $p= (0,26)$  e interação  $F(3,87)= 1,54$ ,  $p= (0,21)$  na variável IMC.

Os valores de IMC para meninos ( $16,0\pm 1,56$ ) e para meninas ( $16,26\pm 2,04$ ) encontram-se abaixo do ponto de corte internacional para sobrepeso segundo tabelas desenvolvidas por COLE, BELLIZZI, FLEGAL e DIETZ (2000) e foram levemente inferiores aos obtidos por outros estudos: McMURRAY, et al., (2002) obteve um IMC de meninas com média de 8 anos de  $17,6\pm 3,2$  e o valor foi  $17,5\pm 2,6$  para meninos; já GUERRA, et al. (2002) também encontrou valores superiores, os meninos entre 8-9 anos tiveram um IMC de  $18,5\pm 2,8$  e as meninas, da mesma faixa etária,  $18,6\pm 2,9$ .

Os valores de IMC entre os grupos formados a partir do NAFH, Sedentário, Ativo, Iniciação Esportiva e Treinamento competitivo foram de:  $16,08\pm 2,33$ ;  $16,76\pm 1,68$ ;  $15,89\pm 1,76$  e  $15,81\pm 1,26$ , respectivamente. Os grupos obtiveram médias semelhantes representando uma amostra bem homogênea com relação ao crescimento físico, não havendo diferenças significativas para o IMC. Resultado esperado, visto que na literatura (SILVESTRI, 1999; GUEDES e GUEDES, 1997) não existem grandes diferenças no crescimento físico de crianças pré-púberes, salvo quando submetidas à grande diferença ambiental e cultural.

#### **4.3 DIFERENÇAS NO PERCENTUAL DE GORDURA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87)= 10,28$ ,  $p= (0,002)$  e para o grupo de atividade física  $F(3,87)= 4,02$ ,  $p= (0,01)$  para a variável Percentual de Gordura. A interação não foi significativa  $F(3,87)= 1,55$ ,  $p= (0,21)$ .

Apesar do IMC não diferir entre os sexos, o Percentual de Gordura foi superior para as crianças do sexo feminino. As meninas obtiveram média de  $17,94\pm 5,92$  e os meninos de  $14,66\pm 4,51$ . Em geral, foram encontradas 3 meninas com somatório das dobras cutâneas subescapular e tricípital superior a 35mm, para os meninos apenas uma criança superou tal medida. Outros estudos também apontam, desde a fase pré-púbere, valores de gordura corporal superiores para as

meninas (MCMURRAY, et al., 2002; BALL, et al., 2001, SLEAP e TOLFREY, 2001; ROWLAND, et al., 2000). GUERRA, et al. (2002), que calculou o percentual de gordura através da mesma fórmula (Slaugther, 1988) obteve média de  $19,8 \pm 6,2$  para meninas contra  $18,9 \pm 7,1$  para meninos, concluindo que os meninos entre 8-9 anos possuíam menor quantidade de gordura corporal.

Inclusive quando o método utilizado é mais sofisticado também se encontra diferença significativa entre os sexos na massa gorda total. TROWBRIDGE, et al., (1997) mensurou através do DEXA a massa gorda em crianças pré-púberes entre 5 e 10 anos de idade e obteve como resultado valores superiores para as meninas.

O Percentual de Gordura além de diferir entre os sexos, também apresentou diferenças relacionadas aos grupos formados a partir do NAFH. As médias dos grupos foram de:  $16,90 \pm 5,86$  Sedentário;  $18,94 \pm 5,47$  Ativo;  $14,50 \pm 4,37$  Iniciação Esportiva e  $14,86 \pm 5,31$  para o grupo Treinamento Competitivo. A Tabela 7 apresenta os resultados do teste *post hoc* de Tukey entre os grupos para a variável Percentual de Gordura.

**Tabela 7.** Teste de Tuckey entre os grupos na variável Percentual de Gordura.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,4957	0,4899	0,3545
Ativo	-	-	0,2889*	0,0158*
Trein. Competitivo	-	-	-	0,9947
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

Independente do sexo, o grupo Ativo apresentou Percentual de Gordura significativamente mais alto que os grupos cujas crianças são praticantes de uma atividade física sistematizada (Iniciação Esportiva e Treinamento Competitivo) ( $p < 0,05$ ), não havendo mais outros contrastes.

Essas diferenças devem-se justamente ao fato dos sujeitos anteriormente citados com o somatório das dobras superior a 35mm (3 meninas e 1 menino) pertencerem ao grupo Ativo. Em nenhum outro grupo encontramos crianças com essa característica. A necessidade da inclusão de tais crianças no grupo Ativo para



formar a amostra partiu da dificuldade de conseguir sujeitos que se encontravam acima do ponto de corte para o nível de atividade física habitual (NAFH) com disponibilidade para comparecer ao laboratório em duas oportunidades.

#### **4.4 DIFERENÇAS NO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 0,45$ ,  $p = (0,50)$ , porém houve significância para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 7,59$ ,  $p = (0,0001)$  para a variável NAFH. A interação não foi significativa  $F(3,87) = 1,20$ ,  $p = (0,31)$ .

Apesar do percentual de gordura das crianças do sexo feminino ser superior aos valores apresentados pelos meninos, o NAFH não foi diferente entre os sexos, ou seja, a quantidade total de atividade física desempenhada durante o dia não atingiu significância estatística quando os sexos são comparados. Os meninos obtiveram média de  $41,20 \pm 4,43$  e as meninas de  $40,45 \pm 7,26$ . Resultado que vem de encontro ao estudo de TROST, et al., (2002), BALL, et al. (2001) e SLEAP e TOLFREY (2001). Entretanto, difere da maior parte da literatura que aponta que crianças do sexo feminino são menos ativas quando comparadas com meninos da mesma idade (RIDDOCH, et al., 2004; MCMURRAY, et al., 2003; GUERRA, et al., 2003; GAVARRY, et al., 2003; JANZ, et al., 2002; EPSTEIN, et al., 2001; ELIAKIM, et al., 2001; BOREHAM, et al., 1997). Contudo, deve-se ressaltar que metade da população do estudo foi formada por praticantes de atividade física sistematizada e que os grupos Ativo e Sedentário foram formados a partir de critérios que os fizeram ter um NAFH significativamente diferente. Esse *design* reflete o NAFH entre os grupos como se segue:

Os valores de NAFH entre os grupos foram de:  $36,22 \pm 1,81$  Sedentário,  $42,63 \pm 2,86$  Ativo,  $42,24 \pm 3,69$  Iniciação Esportiva e  $42,21 \pm 9,67$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 8 são apresentadas as diferenças entre os grupos de acordo com o teste *post hoc* de Tukey.

**Tabela 8.** Teste de Tukey entre os grupos na variável NAFH.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,0007*	0,0016*	0,0017*
Ativo	-	-	0,9934	0,9950
Trein. Competitivo	-	-	-	,09999
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\*p<0,05

O grupo Sedentário desempenha menos atividade física total quando comparado com os demais (p<0,05). Os grupos Ativo, Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre eles, ou seja, esses 3 grupos somam quantias semelhantes de atividade física total.

O fato das crianças engajadas em treinamento esportivo sistematizado (grupo Iniciação Esportiva e Treinamento competitivo) não apresentarem diferença significativa quando comparadas com as pertencentes ao grupo Ativo reflete a rotina geral da criança. As horas despendidas com o treinamento não promovem um maior nível de atividade física, ou seja, as crianças que no dia a dia são ativas somam grandes quantias de atividade física total.

#### **4.5 DIFERENÇAS NA QUANTIDADE DE ATIVIDADE FÍSICA VIGOROSA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 0,22$ ,  $p = (0,64)$ , porém houve significância para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 3,21$ ,  $p = (0,27)$  para a variável Atividade Física Vigorosa. A interação não foi significativa  $F(3,87) = 1,28$ ,  $p = (0,29)$ .

Os meninos obtiveram média de  $7,34 \pm 13,66$  e as meninas de  $6,04 \pm 12,63$  minutos gastos em atividades com intensidade superior a 6 METs. A maior parte da literatura (RIDDOCH, et al., 2004; TROST, et al., 2002; EPSTEIN, et al. 2001; SLEAP e TOLFREY, 2001) indica que os meninos fazem quantidade superior de Atividade Vigorosa comparados com as meninas, diferindo dos resultados obtidos neste estudo. Contudo a formação dos grupos de atividade física e a inclusão de

grupos participantes de treinamento físico sistematizado podem ter influenciado tal resultado.

As médias de Atividade Vigorosa obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $3,75 \pm 9,81$  Sedentário,  $2,92 \pm 6,74$  Ativo,  $6,96 \pm 12,41$  Iniciação Esportiva e  $13,12 \pm 18,58$  Treinamento Competitivo. Esses valores são considerados baixos e inferiores a metanálise de EPSTEIN, et al. (2001) que somou, em média,  $12,9 \pm 6,0$  minutos de atividade entre 60-70% da FC de reserva para crianças entre 7-12 anos de idade.

Na Tabela 9 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos.

**Tabela 9.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Atividade Vigorosa.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,9958	0,5070*	0,8421
Ativo	-	-	0,0319	0,7197
Trein. Competitivo	-	-	-	0,3232
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

O grupo Treinamento Competitivo despende significativamente maior quantidade de tempo em atividades físicas com gasto energético superior a 6METs quando comparado aos grupos Sedentário e Ativo. O treinamento físico visando a competição promove maior estresse ao sistema cardiorrespiratório devido ao maior tempo em que as crianças realizam atividades com intensidade elevada.

As crianças do grupo Ativo, apesar de realizarem a quantidade de atividade física total (NAFH) semelhante ao grupo Treinamento Competitivo, não têm na sua rotina diária atividades com uma intensidade tão alta quanto crianças engajadas em treinamento de especialização aprofundada visando performance, ou seja, não fazem parte das atividades cotidianas das crianças ativas uma quantidade de atividade vigorosa semelhante ao do grupo Treinamento Competitivo.

Comparando os grupos Sedentário e Treinamento Competitivo, a diferença na quantidade de atividade física vigorosa já era esperada, apesar de que o primeiro

realizou discretamente mais Atividade Vigorosa que o grupo Ativo, porém sem significância estatística.

Houve ausência de diferença significativa entre os grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva. Os praticantes de um treinamento sistematizado, mesmo com caráter de aprendizado, realizaram quantidades semelhantes de Atividade Vigorosa do que aqueles com intuito competitivo.

#### **4.6 DIFERENÇAS NA QUANTIDADE DE ATIVIDADE FÍSICA MODERADA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 0,62$ ,  $p = (0,43)$ , porém houve significância para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 20,49$ ,  $p = (0,000000)$  para a variável Atividade Física Moderada. A interação não foi significativa  $F(3,87) = 1,76$ ,  $p = (0,16)$ .

Os valores de Atividade Moderada foram de  $133,55 \pm 69,94$  minutos para os meninos e de  $124,75 \pm 65,26$  para meninas.

As médias de Atividade Moderada obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $59,58 \pm 29,19$  Sedentário,  $157,92 \pm 58,19$  Ativo,  $132,39 \pm 58,07$  Iniciação Esportiva e  $166,67 \pm 60,90$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 10 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos.

**Tabela 10.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Atividade Vigorosa.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,0001*	0,0001*	0,0002*
Ativo	-	-	0,9389	0,3307
Trein. Competitivo	-	-	-	0,1134
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

O grupo Sedentário realiza menos Atividade Moderada do que os demais grupos. A quantidade de Atividade Moderada não varia entre o grupo Ativo e os

praticantes de uma modalidade esportiva, bem como não há diferença entre os engajados em um esporte de competição e aqueles envolvidos em escolinhas.

#### 4.7 DIFERENÇAS NA QUANTIDADE DE ATIVIDADE FÍSICA LEVE EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 0,80$ ,  $p = (0,37)$ , porém houve significância para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 22,25$ ,  $p = (0,000000)$  para a variável Atividade Física Leve. A interação não foi significativa  $F(3,87) = 2,41$ ,  $p = (0,07)$ .

Os valores de Atividade Leve foram de  $1299,10 \pm 70,317$  minutos para os meninos e de  $1309,21 \pm 69,25$  para meninas.

As médias de Atividade Leve obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $1376,67 \pm 27,69$  Sedentário,  $1279,17 \pm 57,72$  Ativo,  $1300,65 \pm 60,72$  Iniciação Esportiva e  $1260,21 \pm 63,26$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 11 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos nesta variável.

**Tabela 11.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Atividade Leve.8

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,0001*	0,0001*	0,0002*
Ativo	-	-	0,6043	0,4823
Trein. Competitivo	-	-	-	0,0454*
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

O grupo Sedentário desempenha mais atividades físicas leves (gasto energético inferior a 3 METs) como assistir televisão, jogar vídeo-game, entre outras do que os grupos ativos (participantes ou não de treinamento sistematizado). O grupo Iniciação Esportiva é o segundo em quantidade de Atividade Leve, entretanto apresentou diferença significativa somente quando comparado com o grupo Treinamento Competitivo.

Não houve diferença significativa entre na quantidade de Atividade Leve entre as crianças ativas e as pertencentes aos grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva. Justamente pelo fato desses grupos estarem envolvidos em atividades física mais intensas é que a quantidade disponível para as atividade físicas leves torna-se reduzida.

#### **4.8 DIFERENÇAS NA QUANTIDADE DE ATIVIDADE FÍSICA MVPA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 0,80$ ,  $p = (0,37)$ , porém houve significância para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 22,25$ ,  $p = (0,000000)$  para a variável Atividade Física MVPA. A interação não foi significativa  $F(3,87) = 2,41$ ,  $p = (0,07)$ .

Os valores de Atividade Leve foram de  $140,89 \pm 70,32$  minutos para os meninos e de  $130,80 \pm 69,24$  para meninas.

As médias de Atividade Leve obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $63,33 \pm 27,69$  Sedentário,  $160,83 \pm 57,72$  Ativo,  $139,35 \pm 60,72$  Iniciação Esportiva e  $179,79 \pm 63,26$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 12 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos.

**Tabela 12.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Atividade MVPA.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,0001*	0,0001*	0,0002*
Ativo	-	-	0,6043	0,4823
Trein. Competitivo	-	-	-	0,0454*
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

O grupo Sedentário realiza menos atividades MVPA do que os demais. Entretanto não é possível determinar se as crianças pertencentes ao grupo Sedentário realizam menos atividade MVPA porque não dispõem de tempo para a

as mesmas, muitas vezes devido a rotina que os adultos lhes impõem, ou se estas crianças procuram as atividades com menor gasto energético por conta própria.

Apesar de haver diferença significativa entre os grupos Ativo e Treinamento Competitivo na variável Atividade Vigorosa, quando somadas as atividades vigorosas e moderadas as crianças ativas desempenham tanta atividade MPVA quanto as crianças engajadas em esportes sistematizados (Iniciação Esportiva e Treinamento Competitivo). Contudo, houve diferença significativa entre os grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva.

O NAFH e suas frações, de forma geral, apresentaram-se de acordo com o esperado. O grupo Sedentário desempenhando menos atividade física e os grupos ativos, participantes ou não de treinamento esportivo regular, apresentando quantias de atividade física semelhantes. Entretanto, o instrumento utilizado para mensurar o NAFH – Bouchard (1893) – apresenta várias limitações, que podem ter subestimado ou superestimado as frações do NAFH, bem como seu total geral.

#### **4.9 DIFERENÇAS NA TROCA GASOSA APÓS EXERCÍCIO E NA FREQUENCIA CARDÍACA EM RESPOUSO E APÓS EXERCÍCIO EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) para a variável Troca Gasosa (RER) após o exercício não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87)= 1,60$ ,  $p= (0,21)$ , para o grupo de atividade física  $F(3,87)= 1,40$ ,  $p= (0,25)$  e para a interação  $F(3,87)= 1,13$ ,  $p= (0,34)$ .

Os valores de RER após o teste de esteira foram de  $0,87\pm 0,06$  para meninos e de  $0,89\pm 0,06$  para meninas.

As médias de RER obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $0,87\pm 0,06$  Sedentário,  $0,88\pm 0,06$  Ativo,  $0,89\pm 0,05$  Iniciação Esportiva e  $0,90\pm 0,05$  Treinamento Competitivo.

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) para a variável Frequência Cardíaca (FC) em repouso não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87)= 2,88$ ,  $p= (0,09)$ , para o grupo de atividade física  $F(3,87)= 1,74$ ,  $p= (0,16)$  e para a interação  $F(3,87)= 0,19$ ,  $p= (0,90)$ .



Os valores de FC em repouso foram de  $83,17 \pm 9,85$  para meninos e de  $87,66 \pm 15,62$  para meninas. As médias de FC em repouso obtidas pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $90,46 \pm 12,21$  Sedentário,  $84,83 \pm 9,09$  Ativo,  $82,34 \pm 18,63$  Iniciação Esportiva e  $84 \pm 10,06$  Treinamento Competitivo.

Apesar de não haver diferenças significativas na FC em repouso, os resultados da Análise de Variância (*two-way*) para a variável FC após o exercício indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 11,26$ ,  $p = (0,001)$ , não houve diferença significativa para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 0,55$ ,  $p = (0,64)$  e para a interação  $F(3,87) = 0,92$ ,  $p = (0,43)$ .

A média geral da FC após o teste de esteira foi de  $182,71 \pm 17,98$  bpm, os meninos obtiveram valores ( $176,68 \pm 17,57$ ) significativamente mais baixo de FC após o teste comparados com os obtidos pelas meninas ( $188,62 \pm 16,49$ ) diferindo dos resultados encontrados por ROWLAND, et al. (2000) e TROWBRIDGE, et al., (1997) os quais indicaram ausência de diferença entre os sexos na FC após teste.

As médias de FC após o teste de esteira obtidas pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $180,12 \pm 17,19$  Sedentário,  $180,75 \pm 16,82$  Ativo,  $185,22 \pm 16,83$  Iniciação Esportiva e  $184,87 \pm 21,20$  Treinamento Competitivo.

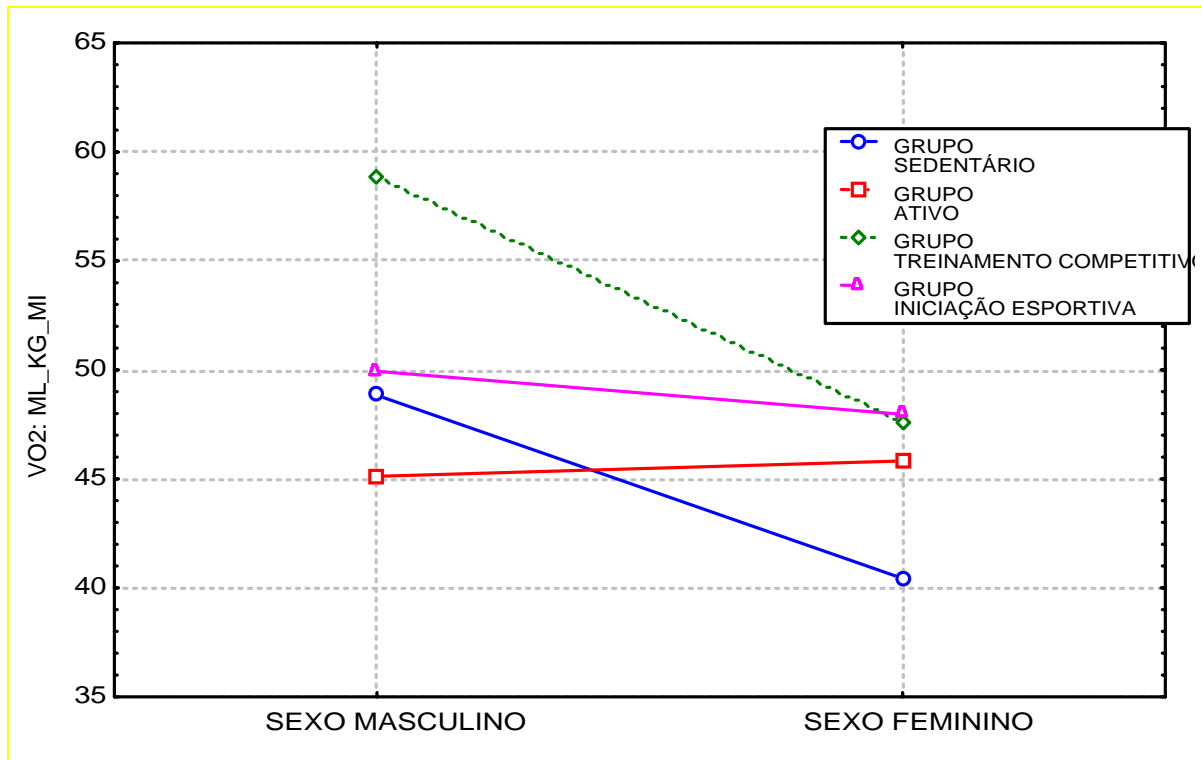
Apesar dos valores de FC terem sido considerados suficientes para o término do teste a maioria das crianças pertencentes a esta amostra apresentaram troca respiratória (RER) baixa, em geral a média foi de  $0,88 \pm 0,06$ . A literatura aponta como sendo critério para o esforço máximo valor igual ou superior a uma unidade (WILLIAMS, ARMSTRONG e POWELL, 2000; HEBESTREIT, STASCHEN e HEBESTREIT, 2000; ROWLAND, 2000; ARMSTRONG, WELSMAN e KIRBY, 1998; TURKEY e WILMORE, 1997; TROWBRIDGE, et al., 1997).

#### **4.10 DIFERENÇAS NA POTÊNCIA AERÓBIA RELATIVA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 11,08$ ,  $p = (0,001)$ , para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 6,15$ ,  $p = (0,0007)$ , bem como para a interação  $F(3,87) = 3,13$ ,  $p = (0,03)$  na variável Potência Aeróbia Relativa.

O Gráfico 2 apresenta a Interação Grupo X Sexo para a variável Potência Aeróbia Relativa.

**Gráfico 2.** Interação Grupo x Sexo na variável Potência Aeróbia Relativa.



Houve interação da Potência Aeróbia em valores relativos a massa corporal. Todos os grupos, excetuando o Ativo, apresentaram médias superiores para as crianças do sexo masculino. As meninas do grupo Ativo obterem média similar de  $VO_2$ máx comparados com os meninos de seu grupo. Na Tabela 13 são apresentadas as médias e desvio-padrão da Potência Aeróbia Absoluta em função do sexo e do grupo de atividade física.

**Tabela 13.** Média e desvio-padrão da Potência Aeróbia Relativa para meninos e meninas.

		N válido	$VO_2$ máx ( $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ )
Sedentários	Meninos	12	48,33±10,5
	Meninas	12	40,43±6,43
Ativos	Meninos	12	45,12±6,81

	Meninas	12	45,82±8,42
Treinamento competitivo	Meninos	12	58,80±8,98
	Meninas	12	47,52±5,69
Iniciação esportiva	Meninos	11	49,93±7,85
	Meninas	12	47,96±5,24
Total		95	48,03±8,88

As meninas do grupo Treinamento Competitivo obtiveram valores ligeiramente inferiores as meninas pertencentes ao grupo Iniciação Esportiva. Os meninos do grupo Sedentário obtiveram médias superiores aos meninos pertencentes ao grupo Ativo.

Em geral, os valores de Potência Aeróbia Relativa obtidos pelos meninos foram de 50,68±9,81 e para meninas de 45,43±7,03 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Esses resultados foram superiores aos publicados recentemente com a mesma faixa etária: McMURRAY, et al., (2002) obteve valores de 46,5±8,9 para crianças do sexo masculino e 41,3±9,1 para crianças do sexo feminino, ROWLAND, et al. (2000) obteve a média para os meninos de 47,2±6,1 e para as meninas, 40,4±5,8. Contudo, três quartos dessa amostra foi constituída por crianças ativas e por participantes de treinamentos esportivos sistematizados e regulares, o que pode ter gerado a diferença na média, uma vez que analisando separadamente o VO<sub>2</sub>máx apenas dos grupos Sedentário e Ativo, os valores foram inferiores comparados com outros estudos (BEUNEN, et al., 2002; ROWLAND, et al., 2000) conduzidos com crianças da mesma idade (1,32 l.min<sup>-1</sup> vs.1,45 l.min<sup>-1</sup>).

Os valores de consumo de oxigênio relativo foram, em geral, superiores para os indivíduos do sexo masculino apesar de não haver diferença entre os sexos no NAFH. Em diferentes estudos, mesmo aqueles realizados com crianças em fase pré-púbere, já existem diferenças no VO<sub>2</sub>máx relativo relacionadas ao sexo (McMURRAY, et al., 2003; GUERRA, et al., 2002; SLEAP e TOLFREY, 2001; JANZ, DAWSON e MAHONEY, 2000; ROWLAND, GOFF, MARTEL, e FERRONE, 2000; DOCHERTY, 1996).

McMURRAY, et al. (2002) apresentou diferenças em termos relativos de aproximadamente 12% entre os sexos na Potência Aeróbia Relativa e ROWLAND,

et al. (2000).16,8% entre meninos e meninas pré-púberes. O presente estudo apresenta diferença de 10,36% entre o sexo masculino e feminino.

O maior percentual de gordura apresentado pelas meninas pode ter influência sobre os resultados (MCMURRAY, et al., 2002; ROWLAND, et al., 2000). Acredita que a massa de gordura influencie inclusive o declínio do  $VO_2$ máx com a idade (McMURRAY, et al., 2003). Para o sexo feminino esse declínio coincide com os estágios maturacionais 4 e 5 de Tanner, nos quais há uma grande mudança na composição corporal (aumento do tecido adiposo sem concomitante aumento da massa isenta de gordura) que reflete no desempenho (JANZ, DAWSON e MAHONEY, 2000).

Existem também outras questões fisiológicas que podem estar influenciando a Potência Aeróbia dos meninos, além da composição corporal. A capacidade cardíaca funcional (volume de ejeção máximo) e a aptidão anaeróbia é significativamente maior em crianças do sexo masculino, tais fatores têm sido sugerido como possíveis geradores da superioridade do  $VO_2$ máx para os mesmos comparados com meninas da mesma faixa etária (ROWLAND, et al., 2000).

As médias da Potência Aeróbia Relativa obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de  $44,63 \pm 9,52$  Sedentário,  $45,46 \pm 7,50$  Ativo,  $48,90 \pm 6,54$  Iniciação Esportiva e  $53,16 \pm 9,34$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 14 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos na variável Potência Aeróbia Relativa.

**Tabela 14.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Potência Aeróbia Relativa.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,9816	0,0013*	0,2236
Ativo	-	-	0,0044*	0,4092
Trein. Competitivo	-	-	-	0,2433
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

Os resultados do *post hoc*, indicaram que Potência Aeróbia do grupo Treinamento Competitivo difere significativamente dos grupos Ativo e Sedentário,

apresentando média superior. Não houve diferença significativa do consumo de oxigênio entre os grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva, bem como entre as crianças sedentárias, pertencentes ao grupo Ativo e ao grupo Iniciação Esportiva.

O fato de apenas o grupo Treinamento Competitivo ter alcançado diferença significativa quando comparado ao Sedentário pode ter relação com a modalidade praticada pelas crianças. Essas crianças realizam treinamento para obterem desempenho competitivo nas provas longas do Atletismo. A economia aeróbia (*Running Economy*) e a questão motora podem ter sido o grande fator diferencial entre um grupo e outro. O padrão motor das crianças praticantes de atletismo era muito estável e por isso pode ter favorecido-as durante o teste, pois foi realizado em esteira rolante. Segundo BAQUET, VAN PRAAGH e BERTHOIN (2003) a consistência entre a forma de treinamento e o procedimento do teste afeta os resultados obtidos por crianças.

O grupo Treinamento Competitivo também apresentou valores superiores comparados ao grupo Ativo. A intensidade das atividades desempenhadas em função do treinamento físico sistematizado poderiam explicar a maior média obtida pelos primeiros, uma vez que a quantidade de Atividade Vigorosa desempenhada pelo grupo Treinamento competitivo é significativamente superior a essa fração do NAFH obtida pelo grupo Ativo, a quantidade de atividade física vigorosa é a que mais promove estresse ao sistema cardiorrespiratório. Cabe incluir, mais uma vez, a questão motora que pode ter sido preponderante na mensuração da Potência Aeróbia.

Apesar das crianças do grupo Ativo obterem valores de  $VO_2$ máx similares as do grupo Sedentário, não houve diferença significativa entre esses grupos e o de Iniciação Esportiva. As crianças que têm um estilo de vida saudável, que desempenham as atividades físicas relacionadas ao seu cotidiano, não apresentaram valores inferiores àquelas que têm uma prática esportiva de iniciação regular e sistematizada. O que pode ser observado com relação a quantidade de crianças em cada grupo que tiveram uma Potência Aeróbia Relativa considerada boa. Quatro crianças do grupo Sedentário obtiveram um  $VO_2$ máx superior a  $53 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (todas do sexo masculino) e 6 crianças, entre elas quatro meninas, superaram tal valor no grupo Ativo e 6 no grupo Iniciação Esportiva, sendo duas

meninas. A participação em esportes sistematizados pode estar mais relacionada ao processo seletivo natural do que pelo NAFH, ou seja, o fato de uma criança se motivar a se engajar em um esporte sistematizado pode ser melhor atribuído as questões genéticas que facilitam a prática esportiva e através das capacidades motoras do que propriamente pelo NAFH.

A ausência de diferença estatística entre os grupos Ativo e Sedentário na Potência Aeróbia Relativa pode ser causada pela restrição metodológica existente na mensuração do NAFH. O instrumento utilizado – Bouchard (1893) – pode não ter conseguido mensurar precisamente o NAFH devido às várias limitações que esse instrumento apresenta, ou seja, a criança pode ter subestimado ou superestimado seu NAFH, podendo ter sido colocada num grupo no qual ela não pertencesse. O recordatório de atividade física também pode registrar uma semana atípica da criança classificando-a de forma errada. Outra possibilidade para a ausência de diferença entre esses grupos é a prática suficiente de atividade física inerente a infância. Existe a praticabilidade de que, mesmo as crianças classificadas como sedentárias de acordo com o Bouchard, desempenhem uma quantidade de atividade física própria da fase pré-púbere, que esteja sendo capaz de manter a aptidão aeróbia a contento. Independente do sexo, todos os grupos desta amostra, incluindo o Sedentário, atingiram o mínimo de 60 minutos de exercício de intensidade moderada à vigorosa (MVPA) por dia, sendo a média dos grupos de  $135,79 \pm 69,59$  minutos. O que vem de encontro com a recomendação do Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) e Centers for Disease Control and Prevention (CDC) de se acumular pelo menos 30 minutos de atividade moderada à intensa preferencialmente todos os dias da semana (PATE, 1995). Em metanálise realizada com 26 estudos, EPSTEIN, et al. (2001) pode concluir que, em média, as crianças estão acumulando a quantidade de exercício MVPA estabelecida no guia da ACSM/CDC explicitando, mais uma vez a necessidade do movimento pela criança. No estudo de SLEAP e TOLFREY (2001) todas as crianças atingiram o mínimo de 1 hora de exercício cumulativo com FC superior a 120 bpm, atingindo as recomendações mínimas de atividade física para saúde.

Dessa forma, parece que o NAFH não está diretamente relacionado com a aptidão aeróbia em crianças pré-púberes, ou seja, se for analisada a quantidade total de atividade física acumulada diariamente existe pouca ou nenhuma ligação

com  $VO_2$ máx. Alguns estudos anteriores obtiveram resultados similares: BRUM, et al., (2003) analisou 72 sujeitos pré-púberes (meninos e meninas) e não encontrou relação entre o  $VO_2$ máx e o NAFH. No estudo longitudinal de McMURRAY et al., (2003) as mudanças na Potência Aeróbia de crianças afro-descendentes também não estiveram relacionadas com o NAFH, nesse estudo as meninas tiveram um declínio do  $VO_2$ máx com o passar da idade e foi observado ligeiro aumento no NAFH e para os meninos quadro semelhante foi observado. Em adolescentes, ARMSTRONG, et al. (1999) monitorando a atividade física por telemetria não detectou relação significativa entre o NAFH e o  $VO_2$ máx.

Em contrapartida, em estudo realizado por TROWBRIDGE et al. (1997) com meninos e meninas 5 e 10 anos de idade, caucasianas e afro-descendentes, encontrou-se que relação entre o  $VO_2$ máx e o NAFH para as crianças caucasianas, mas essa relação não foi significativa para afro-descendentes, nesse estudo os valores de  $VO_2$ máx foram corrigidos pelo gasto energético total e NAFH.

Isso não significa que para indivíduos adultos o mesmo ocorra. Segundo BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE (1997), a taxa de declínio do  $VO_2$  em adultos é afetada diretamente pelo NAFH e treinamento, bem como a força e desempenho em tarefas motoras também o são. Os resultados da pesquisa longitudinal “Amsterdam Growth Study” (1995), que acompanhou por 15 anos indivíduos (idade de início 13 e término 27), indicaram que, para ambos os sexos, os grupos mais ativos fisicamente (que se enquadraram no maior tertil para nível de atividade física) tiveram valores superiores de  $VO_2$ máx do que os grupos menos ativos (tertil inferior para nível de atividade física), e em geral, melhores indicadores de aptidão física ( $p < 0,05$ ). A diferença entre os grupos de acordo com os níveis de atividade física durante a adolescência não foi significativa, mas acima dos 21 anos foi grande e ainda mais pronunciada aos 27. Nesse estudo, concluiu-se que apesar das diferenças entre ativos e inativos serem pequenas, o NAFH depois da adolescência foi de absoluta importância para a aptidão física em ambos os sexos.

Em crianças, o fato de a Potência Aeróbia ter uma treinabilidade limitada em indivíduos abaixo de 10 anos de idade (BOUCHARD, MALINA e PÉRUSSE, 1997) pode ter relação com a pouca ou nenhuma influência do NAFH sobre a aptidão aeróbia. O treinamento físico na infância pode melhorar em aproximadamente  $2,07 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , ou seja, menos de 5% o consumo de oxigênio relativo, lançando a



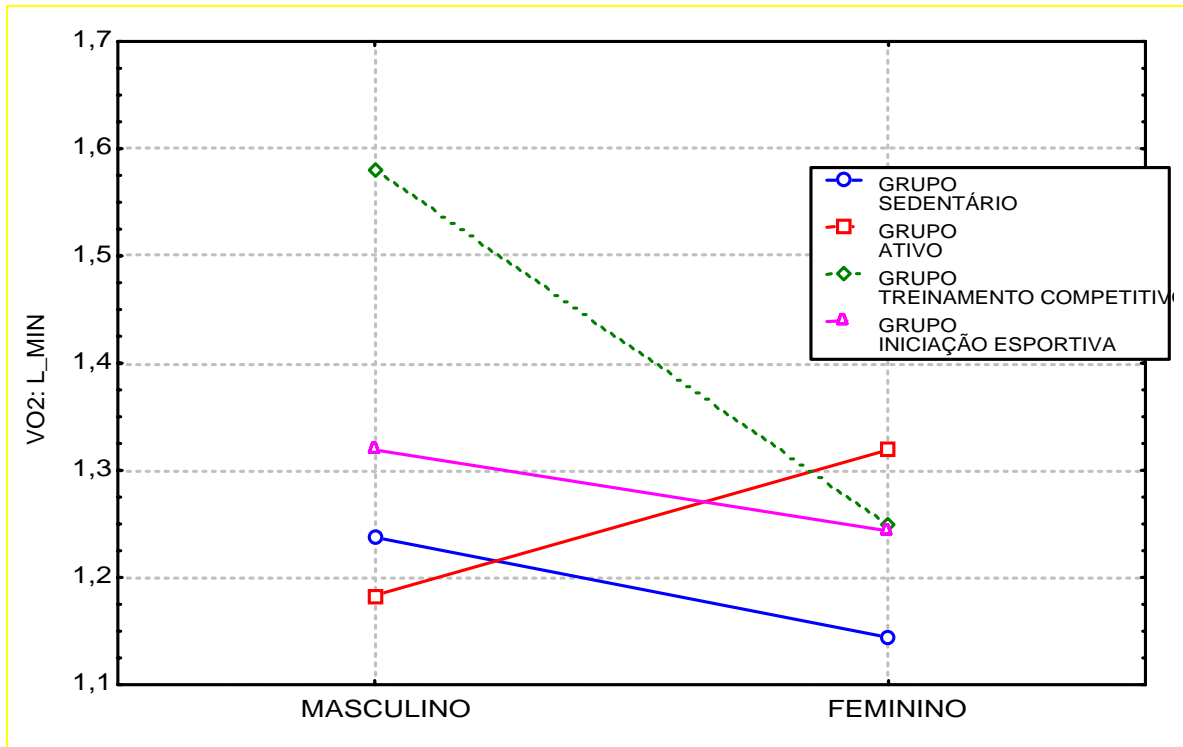
possibilidade da criança, antes dos 10 anos de idade ainda não estar preparada fisiologicamente para responder em maiores proporções ao treinamento (PAYNE e MORROW JR, 1993). Por exemplo, WILLIAMS, ARMSTRONG e POWELL (2000) submeteram crianças com média de idade de  $10,1 \pm 0,2$  a diferentes tipos de treinamento (intervalado e contínuo) e não obtiveram diferenças significativas no pico de consumo de oxigênio na comparação entre o estado inicial e após treinamento. Isso implica que, se o consumo de oxigênio baseado na herança genética pouco mudar na fase pré-púbere, crianças com propensão genética a terem altos valores de  $VO_2$ máx podem obtê-lo sem necessariamente ter um alto NAFH. Ou seja, o componente genético exerce grande influência sobre a Potência Aeróbia Relativa, uma vez que os resultados do presente estudo indicaram que o grupo Sedentário apesar de Ter desempenhado menos atividade física habitual e obteve valores semelhantes aos obtidos pelas crianças ativas e participantes de treinamento de iniciação esportiva.

Entretanto, a intensidade vigorosa explicou, senão totalmente, de forma parcial a melhor performance na Potência Aeróbia Relativa do grupo Treinamento Competitivo. Apenas o grupo que treinou mais de 3 vezes por semana, mais de 50 minutos por dia fazendo isso há mais de 6 meses e realizou quantidade significativamente superior de Atividade Vigorosa diferenciou-se dos demais.

#### **4.11 DIFERENÇAS NA POTÊNCIA AERÓBIA ABSOLUTA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 3,12$ ,  $p = (0,08)$ , porém houve significância para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 3,40$ ,  $p = (0,02)$  para a variável Potência Aeróbia Absoluta. A interação também foi significativa  $F(3,87) = 3,46$ ,  $p = (0,02)$ .

No Gráfico 3 é apresentada a interação Grupo X Sexo.

**Gráfico 3.** Interação grupo x sexo na variável Potência Aeróbia Absoluta.

Houve interação em valores absolutos de Potência Aeróbia Absoluta. Todos os grupos, excetuando o Ativo, apresentaram médias superiores para as crianças do sexo masculino. As meninas do grupo Ativo, além de obterem média superior de  $VO_2máx$  comparados com os meninos de seu grupo, alcançaram os melhores valores de  $VO_2máx$  entre todas as meninas, incluindo as pertencentes aos grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva. Na Tabela 13 são apresentadas as médias e desvio-padrão da Potência Aeróbia Absoluta em função do sexo e do grupo de atividade física.

**Tabela 13.** Média e desvio-padrão da Potência Aeróbia Absoluta para meninos e meninas.

		N válido	$VO_2máx$ ( $l \cdot min^{-1}$ )
Sedentários	Meninos	12	$1,24 \pm 0,25$
	Meninas	12	$1,14 \pm 0,22$
Ativos	Meninos	12	$1,18 \pm 0,17$
	Meninas	12	$1,32 \pm 0,26$
Treinamento competitivo	Meninos	12	$1,58 \pm 0,37$
	Meninas	12	$1,25 \pm 0,27$

Iniciação esportiva	Meninos	11	1,32±0,24
	Meninas	12	1,24±0,15
Total		95	45,43±7,03

As meninas do grupo Ativo quando comparadas com os meninos dos outros grupos só apresentaram valores inferiores ao grupo Treinamento Competitivo. Os meninos do grupo Iniciação Esportiva apresentaram valores similares as meninas do grupo Ativo (Tabela 13).

Os mesmo parâmetros de distribuição da interação Grupo x Sexo para os valores absolutos foram encontrados para o consumo de oxigênio em termos relativos, entretanto com menor magnitude.

Os valores de Potência Aeróbia Absoluta para meninos foram de 1,33±0,30 e para meninas de 1,24±0,23 l.min<sup>-1</sup>.

As médias da Potência Aeróbia Absoluta obtida pelos grupos baseados no NAFH foram de 1,19±0,24 Sedentário, 1,25±0,22 Ativo, 1,28±0,20 Iniciação Esportiva e 1,41±0,36 Treinamento Competitivo. Na Tabela 13 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Scheffe para as diferenças entre os grupos.

**Tabela 13.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Potência Aeróbia Absoluta.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,8391	00142*	0,6087
Ativo	-	-	0,1168	0,9769
Trein. Competitivo	-	-	-	0,2697
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\*p<0,05

Em valores absolutos o grupo Treinamento Competitivo obteve diferença significativa comparado ao Sedentário. Os grupos Ativo, Iniciação Esportiva e Treinamento Competitivo não tiveram diferenças significativas entre eles, bem como não houve diferença entre os grupos Ativo e Sedentário.

Os valores de  $VO_2$ máx absolutos refletem a quantidade máxima de oxigênio consumida pelo organismo por unidade de tempo, ou seja, quanto maior a criança, maior a necessidade de oxigênio para suprir as demandas do corpo e maior será seu consumo durante o exercício. Desta forma, os valores referentes a massa corporal são adotados como os melhores parâmetros para a análise do consumo de oxigênio tanto em crianças quanto em adultos. Com isso, iremos discutir mais aprofundadamente as diferenças entre os grupos em termos relativos.

#### **4.12 DIFERENÇAS NA POTÊNCIA ANAERÓBIA ABSOLUTA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87)= 2,98$ ,  $p= (0,08)$ , para o grupo de atividade física  $F(3,87)= 0,88$ ,  $p= (0,45)$  e a interação também não foi significativa  $F(3,87)= 1,41$ ,  $p= (0,24)$ .

A média de Potência Anaeróbia Absoluta obtida pelos meninos foi de  $211,94\pm 37,77$  e meninas de  $196,59\pm 48,96$  Watts. A ausência de diferença significativa na Potência Anaeróbia Absoluta entre os sexos difere dos estudos de DE STE CROIX, et al. (2001) e INBAR, BAR-OR e SKINNER (1996). O primeiro apresentou médias de  $267\pm 49,7$  e  $225\pm 62,4$  para meninos e meninas, respectivamente e o segundo apresentou valores mais baixos, os meninos obtiveram a média de  $212,50\pm 33,40$  e as meninas de  $190,3\pm 21,3$ .

O presente estudo apresenta médias similares ao de INBAR, BAR-OR e SKINNER (1996) e o teste de Wingate foi conduzido de forma satisfatória, a média da frequência cardíaca (FC) após o término do teste foi alta ( $183,79\pm 11,94$ ). Não houve diferença significativa na FC final entre meninos e meninas ( $F(1,87)=0,77$ ;  $p=0,38$ ), bem como entre os grupos ( $F(3,87)=0,56$ ;  $p=0,64$ ). Um fator que pode ter contribuído para uma execução inexata do teste de Wingate pode ter sido o tamanho do cicloergômetro, projetado para adultos, sendo nítida a sensação de maior conforto em pedalar para as crianças maiores.

Os valores de Potência Anaeróbia Absoluta obtido pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $197,80 \pm 42,47$  Sedentário,  $204,22 \pm 37,75$  Ativo,  $198,33 \pm 41,34$  Iniciação Esportiva e  $216,14 \pm 53,90$  Treinamento Competitivo.

Assim como o consumo de oxigênio absoluto, a Potência Anaeróbia Absoluta reflete o tamanho corporal dos sujeitos, a discussão mais aprofundada sobre a Potência Anaeróbia será feita em valores relativos a massa corporal no próximo item.

#### **4.12 DIFERENÇAS NA POTÊNCIA ANAERÓBIA RELATIVA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 17,41$ ,  $p = (0,00007)$  e para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 3,37$ ,  $p = (0,02)$ . A interação não foi significativa  $F(3,87) = 0,40$ ,  $p = (0,75)$ .

A média de Potência Anaeróbia Relativa dos meninos foi de  $8,03 \pm 1,04$  e das meninas de  $7,17 \pm 1,02$   $W.kg^{-1}$ . Os valores obtidos nesta amostra classificam-se como “Muito Bom” nas tabelas de distribuição feitas por INBAR, BAR-OR e SKINNER (1996) que apresentam valores típicos de crianças saudáveis, porém destreinadas.

No estudo de RIVERA-BROWN, et al. (2001) que testou 18 meninos pré-púberes moderadamente ativos, mas não engajados em treinamento esportivo sistematizado a Potência Anaeróbia Relativa obtida foi de  $6,3$   $W.kg^{-1}$ . Valor esse suplantado inclusive pelas meninas Sedentárias da amostra corrente.

A obtenção de valores superiores para crianças do sexo masculino na Potência Anaeróbia Relativa é documentada pela literatura desde a fase pré-púbere (DE STE CROIX, et al., 2001; WELSMAN, ARMSTRONG, KIRBY, WINSLEY, PARSONS e SHARPE, 1997; INBAR, BAR-OR e SKINNER, 1996). Segundo MARTIN, et al. (2004) as variáveis de maior interferência no desempenho anaeróbio de meninos e meninas são diferentes. Para meninas o volume muscular da perna parece ser a variável que mais influencia a performance e para meninos, a idade cronológica. Uma das explicações para a idade ser uma variável de tanta importância esta relacionada as mudanças antropométricas promovidas pelo

crescimento físico. Além disso, fatores qualitativos musculares estão envolvidos com uma melhor performance para os meninos (tipo de fibras, capacidade glicolítica, coordenação motora e ativação das unidades motoras), já para as meninas o volume muscular, fator quantitativo, foi o mais relevante.

Os valores de Potência Anaeróbia Relativa obtidos pelos grupos baseados no NAFH foram de  $7,24 \pm 0,84$  Sedentário,  $7,41 \pm 1,16$  Ativo,  $7,65 \pm 1,25$  Iniciação Esportiva e  $9,10 \pm 1,03$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 15 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos.

**Tabela 15.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Potência Anaeróbia Relativa.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,9417	0,0191*	0,5079
Ativo	-	-	0,0816	0,8396
Trein. Competitivo	-	-	-	0,4074
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

O grupo Sedentário somente teve um desempenho inferior as crianças pertencentes ao grupo Treinamento Competitivo, com relação aos demais não houve diferença significativa, ou seja, não houve diferença entre o grupo Sedentário e os grupos Ativo e Iniciação Esportiva.

Segundo MARTIN, et al. (2004) a idade, principalmente para crianças do sexo masculino, é um fator relevante para as variáveis relacionadas com o teste de Wingate. DE STE CROIX, et al. (2001), através de Análise de Regressão, também obteve a idade cronológica como variável interveniente na performance anaeróbia mencionando uma possível forma de maturação neural ou desenvolvimento no recrutamento das unidades motoras com a idade que não pode ser explicada pelo ajuste pela massa corporal, dobras cutâneas e volume muscular da coxa. Até mesmo para adolescentes entre 12-17 anos, a idade cronológica continua sendo uma variável que exerce influencia positiva, mas não linear, sobre o desempenho anaeróbio (ARMSTRONG, WELSMAN e CHIA, 2001).

Logo, o fato de haver diferença significativa na variável Idade Decimal entre os grupos  $F(3,87) = 5,22$ ,  $p = (0,002)$  pode ter interferido nos resultados apesar de todas as crianças estarem na mesma classificação para o estágio maturacional. O teste *post hoc* de Tukey indicou que o grupo Treinamento Competitivo apresenta idade cronológica significativamente superior aos grupos Ativo e Sedentário. Entretanto, apenas houve diferença significativa na Potência Anaeróbia Relativa entre os grupos Treinamento Competitivo e Sedentário apesar dos dois grupos (Ativo e Sedentário) apresentarem idade significativamente diferente do grupo Treinamento Competitivo.

A superioridade do grupo Treinamento Competitivo na Potência Anaeróbia Relativa comparado com o Sedentário aparentemente não pode ser explicada pelo NAFH e suas frações, pois o grupo Sedentário apresentou menor quantidade de atividade física total que os demais e não houve diferença significativa para a Potência Anaeróbia Relativa entre os grupos Sedentário, Ativo e Iniciação Esportiva.

A questão motora referente a especificidade da modalidade praticada pelo grupo Treinamento Competitivo aqui não se aplica, uma vez que o teste foi realizado em cicloergômetro.

A ausência de diferença significativa entre o grupo Sedentário e os grupos Ativo e Iniciação Esportiva podem ser justificada pelas mesmas considerações metodológicas feitas anteriormente a respeito da divisão dos grupos e também pela interação: Quantidade de atividade física suficiente x Critérios genéticos inerentes ao desenvolvimento da aptidão física.

A genética exerce um crucial papel na aquisição da aptidão anaeróbia. Aproximadamente 50% da resposta ao treinamento anaeróbio é determinada geneticamente (VAN PRAAGH, 1998). Dessa forma, a melhora induzida por um treinamento anaeróbio regular não é similar para todos os indivíduos, mesmo se este for padronizado. Uns respondem de forma mais intensa ao programa de exercícios anaeróbios, enquanto outros podem vir a apresentar nenhuma ou reduzida resposta ao estímulo dado. Dessa forma, mesmo as crianças pertencentes ao grupo Sedentário podem apresentar, devido a sua propensão genética, níveis semelhantes de Potência Anaeróbia Relativa comparado com as crianças dos grupos Iniciação Esportiva e Ativo, mesmo que seu NAFH seja significativamente inferior. Lembrando



que apesar do NAFH ser inferior ao que tudo indica ele é suficiente para a manutenção a contento da também da aptidão anaeróbia.

O grupo Ativo obteve valores semelhantes aos praticantes de esportes (Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva), ou seja, as crianças consideradas ativas, que realizam as atividades física pertinentes ao seu cotidiano, mesmo que não estejam engajadas em um programa de treinamento esportivo sistematizado, apresentam valores de Potência Aeróbia Relativa similares àquelas com atividade esportiva regular. A constante presença das atividades anaeróbias na vida das crianças pode ter promovido a ausência de diferença significativa entre esses grupos. A natureza das atividades desempenhadas pelas crianças também tem implicação com a variável de Potência Anaeróbia, uma vez que ao invés de realizarem um ou dois períodos longos de exercício por dia, as crianças executam atividades de curta duração e intensidade MVPA várias vezes ao dia.

Também não houve diferenciação entre os praticantes regulares de esporte entre si (Treinamento Competitivo x Iniciação Esportiva). Resultado que vem de encontro a um estudo realizado com adolescentes participantes de treinamento de Elite e Não-elite em 4 esportes distintos (natação, tênis, handebol e ginástica artística), no qual apenas os indivíduos do sexo masculino que praticavam handebol obtiveram diferença significativa na Potência Anaeróbia Relativa entre os diferentes níveis de treinamento (BENCKE, DAMSGAARD, SAEKMOSE, JORGENSEN, JORGENSEN e KLAUSEN, 2002).

#### **4.13 DIFERENÇAS NA RESISTÊNCIA ANAERÓBIA ABSOLUTA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87) = 8,67$ ,  $p = (0,004)$  e para o grupo de atividade física  $F(3,87) = 5,33$ ,  $p = (0,002)$ . A interação não foi significativa  $F(3,87) = 2,12$ ,  $p = (0,10)$ .

A média de Resistência Anaeróbia Absoluta dos meninos foi de  $171,24 \pm 32,73$  Watts e das meninas de  $151,39 \pm 37,88$ . Os valores obtidos nesta amostra classificam-se nas tabelas de distribuição feitas por INBAR, BAR-OR e SKINNER (1996) que apresentam valores típicos de crianças saudáveis, porém destreinadas como “abaixo da média” e “muito baixo” para meninos e meninas respectivamente. A

obtenção de valores superiores de Resistência Anaeróbia Absoluta pelos indivíduos do sexo masculino vem de encontro com o estudo de WELSMAN, et al., 1997 que obteve média de  $247 \pm 61,6$  para meninos e de  $202,9 \pm 37,9$  para meninas.

Os valores de Resistência Anaeróbia Absoluta obtidos pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $156,95 \pm 32,37$  Sedentário,  $162,65 \pm 27,37$  Ativo,  $143,13 \pm 32,56$  Iniciação Esportiva e  $181,37 \pm 43,57$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 16 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos na variável Resistência Anaeróbia Absoluta.

**Tabela 16.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Resistência Anaeróbia Absoluta.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,9302	0,0533*	0,5303
Ativo	-	-	0,2004	0,2133
Trein. Competitivo	-	-	-	0,0011*
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

Em valores absolutos, os resultados do teste de *post hoc* indicaram que o grupo Treinamento Competitivo possui médias superiores de Resistência Anaeróbia Absoluta do que as obtidas apenas pelos grupos Iniciação Esportiva e Sedentário. Não houve diferença significativa entre os grupos Ativo e Sedentário, bem como entre o Ativo e o Treinamento Competitivo.

Assim como os valores de  $VO_2$ máx absolutos refletem o consumo proporcionalmente ao tamanho da criança, a Resistência Anaeróbia Absoluta também necessita, para uma análise mais aprofundada a correção dos valores pela massa corporal. Com isso, iremos discutir mais detalhadamente as diferenças entre os grupos em termos relativos a massa corporal.

#### **4.13 DIFERENÇAS NA RESISTÊNCIA ANAERÓBIA RELATIVA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA**

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87)= 23,97$ ,  $p= (0,000004)$  e para o grupo de atividade física  $F(3,87)= 13,56$ ,  $p= (0,000000)$ . A interação não foi significativa  $F(3,87)= 1,14$ ,  $p= (0,23)$ .

A média de Resistência Anaeróbia Relativa dos meninos foi de  $6,48 \pm 0,96$  Watts.kg<sup>-1</sup> e das meninas de  $5,64 \pm 1,02$ . Os valores obtidos nesta amostra classificam-se nas tabelas de distribuição feitas por INBAR, BAR-OR e SKINNER (1996) que apresentam valores típicos de crianças saudáveis, porém destreinadas como “bom” e “excelente” para meninos e meninas respectivamente.

Apesar da literatura apontar valores superiores de Resistência Anaeróbia Relativa para indivíduos do sexo masculino quando comparados com seus correspondentes em idade do sexo feminino (WELSMAN, et al., 1997; INBAR, BAR-OR e SKINNER, 1996) as meninas pertencentes a esta amostra obtiveram uma média muito alta, superior inclusive quando comparadas com os valores obtidos por meninos pré-púberes moderadamente ativos do estudo de RIVERA-BROWN, et al. (2001) que apresentou média de 5,2 Watts.kg<sup>-1</sup>. Entretanto, é importante enfatizar que ½ da população que compõe a presente amostra é constituída por crianças praticantes de exercício físico sistematizado e regular, o que acaba por interferir na comparação entre esse e outros estudos.

Os valores de Resistência Anaeróbia Absoluta obtidos pelos grupos baseados no NAFH foram de:  $5,78 \pm 0,86$  Sedentário,  $5,90 \pm 0,90$  Ativo,  $5,55 \pm 1,22$  Iniciação Esportiva e  $6,98 \pm 0,69$  Treinamento Competitivo. Na Tabela 17 são apresentadas os resultados do teste *post hoc* de Tukey para as diferenças entre os grupos.

**Tabela 17.** Teste de Tukey entre os grupos na variável Resistência Anaeróbia Relativa.

Grupo	Sedentário	Ativo	Treinamento Competitivo	Iniciação Esportiva
Sedentário	-	0,9570	0,0001*	0,8623
Ativo	-	-	0,0002*	0,5748
Trein. Competitivo	-	-	-	0,0001*
Iniciação esportiva	-	-	-	-

\* $p < 0,05$

Em valores relativos, as crianças do Grupo Treinamento Competitivo obtiveram médias de Resistência Anaeróbia superiores as obtidas pelos demais grupos. A capacidade de sustentação de uma determinada carga por um curto período de tempo (30s) das crianças participantes de treinamento sistematizado de especialização aprofundada foi superior inclusive quando comparada com os praticantes de exercício sistematizado, grupo Iniciação Esportiva.

Esse resultado difere do estudo realizado por BENCKE, et al. (2002) no qual indicou-se ausência de significância estatística para praticantes de Elite e não-elite na Resistência Anaeróbia Relativa, havendo diferença apenas para adolescentes do sexo masculino praticantes de handebol e nadadoras (entre 9 e 14 anos de idade), sendo que o estudo foi conduzido com púberes de 4 modalidades distintas.

Como nenhuma das variáveis anteriormente citadas (IMC, Percentual de Gordura, NAFH, Consumo de Oxigênio Absoluto, Consumo de Oxigênio Relativo, Potência Anaeróbia Absoluta e Potência Anaeróbia Relativa) indicaram diferenças significativas entre os grupos Treinamento Competitivo e Iniciação Esportiva, excetuando as variáveis Atividade Leve e Atividade MVPA, acredita-se que as frações do NAFH podem exercer alguma influência sobre a Resistência Anaeróbia Relativa, principalmente a segunda que é capaz de promover estímulos para uma possível melhora da aptidão anaeróbia.

A Resistência Anaeróbia depende indiretamente do sistema oxidativo de produção de energia, a medida que a duração do exercício aumenta, maior será a contribuição desse tipo de metabolismo. Dessa forma, as atividades MVPA podem estimular a produção de energia pelos diferentes tipos de metabolismo.

Apesar disso, é improvável estabelecer se as crianças realizam mais atividades MVPA porque já possuem uma característica genética que as fazem procurar atividades com altas intensidades ou se altas quantidades de tempo realizando atividades MVPA desenvolveram sua aptidão anaeróbia.

Conclui-se que o fato de se integrar um grupo de treinamento físico com âmbito competitivo resultou em melhores performances na Resistência Anaeróbia Relativa. Não houve diferença significativa entre os grupos Ativo, Sedentário e Iniciação Esportiva sugerindo que o NAFH não discrimina diferença significativa na Resistência Anaeróbia Relativa entre esses grupos.

#### 4.13 DIFERENÇAS NO ÍNDICE DE FADIGA EM RELAÇÃO AO SEXO E GRUPO DE ATIVIDADE FÍSICA

Os resultados da Análise de Variância (*two-way*) não indicaram diferenças significativas para o sexo  $F(1,87)= 2,98$ ,  $p= (0,09)$ , para o grupo de atividade física  $F(3,87)= 0,87$ ,  $p= (0,45)$  e para a interação  $F(3,87)= 1,42$ ,  $p= (0,24)$ .

A média do Índice de Fadiga dos meninos foi de  $35,84 \pm 8,80$  % e das meninas de  $36,58 \pm 14,62$ . O Índice de Fadiga é o grau em que a potência declina durante o teste. RIVERA-BROWN, et al. (2001) apresentou média de 47% para meninos pré-púberes moderadamente ativos, ou seja, uma maior taxa de declínio quando comparada com a média geral e também por cada grupo deste estudo.

Os valores de Resistência Anaeróbia Absoluta obtidos pelos grupos baseados no NAFH foram de  $36,28 \pm 9,54$  Sedentário,  $36,07 \pm 9,41$  Ativo,  $39,40 \pm 15,37$  Iniciação Esportiva e  $33,23 \pm 12,92$  Treinamento Competitivo.

#### 4.6 CORRELAÇÃO DE PEARSON

A Tabela 18 apresenta os resultados do teste de Correlação de Pearson referentes a amostra de forma geral.

**Tabela 18.** Correlação de Pearson geral.

	IMC	% Gord.	VO <sub>2</sub>	VO <sub>2</sub> relat	Pot. Watts	Pot. W/kg	Resis Watts	Resis W/kg	Índic e fad	Nafh	Ativ. Mod	Ativ. Vig	Ativ. Leve
IMC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% Gord.	0,68*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO <sub>2</sub> l/min	0,34*	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO <sub>2</sub> relativ.	-0,33*	-0,37*	0,68*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pot. (W)	0,59*	0,28*	0,59*	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pot. (W/kg)	-0,01	-0,19	0,31*	0,38*	0,65*	-	-	-	-	-	-	-	-
Resist. (W)	0,46*	0,21*	0,55*	0,15	0,81*	0,53*	-	-	-	-	-	-	-
Resist. (W/kg)	-0,13	-0,22*	0,19	0,38*	0,32*	0,69*	0,63*	-	-	-	-	-	-
Índ. Fad (%)	0,24*	0,09	0,05	-0,11	0,35*	0,35*	-0,09	-0,16	-	-	-	-	-
NAFH	-0,00	-0,05	0,16	0,13	0,10	0,08	0,26*	0,04	-0,30*	-	-	-	-
Ativ. Moderada	0,02	-0,07	0,11	0,18	0,04	0,10	0,13	0,19	-0,11	0,64*	-	-	-
Ativ. Vigorosa	-0,05	-0,08	0,22*	0,19	0,06	0,01	0,15	0,12	-0,13	0,26*	0,01	-	-
Ativ. Leve	-0,02	0,08	-0,15	-0,21	-0,05	-0,10	-0,15	-0,20*	0,13	-0,67*	-0,98*	-0,26*	-

MVPA	0,02	0,08	0,15	0,21	0,05	0,10	0,15	0,20*	0,13	0,67*	0,98	0,26	1,0*
------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	------	------

\*P<0,05

O IMC apresentou correlação positiva com o Percentual de Gordura (0,68), Consumo de Oxigênio Absoluto (0,34), Potência Anaeróbia Absoluta, Resistência Anaeróbia Absoluta, Índice de Fadiga e correlação negativa com o Consumo de Oxigênio Relativo.

O Percentual de Gordura além de se correlacionar positivamente com o IMC, apresentou significância para a Potência Anaeróbia Absoluta, Resistência Anaeróbia Absoluta e apresentou correlação negativa com o Consumo de Oxigênio Relativo e Potência Anaeróbia Relativa. Já o estudo de ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW, (1999) apresentou relação negativa entre o Percentual de Gordura e NAFH para crianças entre 8-10 anos de idade.

O Consumo de Oxigênio Absoluto, além de apresentar correlação com o IMC e com o consumo de oxigênio relativo a massa corporal, correlacionou-se positivamente, com a Potência Anaeróbia Absoluta, com a Potência Anaeróbia Relativa, com a Resistência Anaeróbia Absoluta e com a as Atividades Vigorosas (acima de 6 METs).

O Consumo de Oxigênio Relativo, além de apresentar correlação negativa com o IMC e com o Percentual de Gordura, correlacionou-se positivamente com o Consumo de Oxigênio Absoluto, com a Potência Anaeróbia Relativa, com a Resistência Anaeróbia Relativa e com a quantidade de exercício MVPA e apresentou correlação inversamente proporcional as Atividades Leves, ou seja, quanto maior a quantidade de atividade inferior a 3 METs, consideradas como leves, menor o consumo de oxigênio. Já em estudo realizado com crianças entre 8 e 10 anos de idade foi encontrada correlação positiva entre o NAFH e a aptidão física (ROWLANDS, ESTON e INGLEDEW, 1999).

A Potência Anaeróbia Absoluta além de correlacionar-se com a Potência Anaeróbia Relativa, IMC e Percentual de Gordura, correlacionou-se com o Consumo de Oxigênio Absoluto, Consumo de Oxigênio Relativo, Resistência Anaeróbia Absoluta, Resistência Anaeróbia Relativa e Índice de Fadiga.

A Potência Anaeróbia Relativa além de correlacionar-se com a Potência Anaeróbia Absoluta, correlacionou-se com o Consumo de Oxigênio Absoluto,

Consumo de Oxigênio Relativo, Resistência Anaeróbia Absoluta, Resistência Anaeróbia Relativa e Índice de Fadiga.

A Resistência Anaeróbia Absoluta além de correlacionar-se com o IMC e Percentual de Gordura e Resistência Anaeróbia Relativa, apresentou correlação significativa com o Consumo de Oxigênio, Potência Anaeróbia Absoluta e Relativa e NAFH.

A Resistência Anaeróbia Relativa além de correlacionar-se negativamente com o Percentual de Gordura e com a Resistência Anaeróbia Absoluta, correlacionou-se de forma diretamente proporcional ao Consumo de Oxigênio Relativo, Potência Anaeróbia Absoluta, Potência Anaeróbia Relativa Atividades MVPA e negativamente com as Atividades Leves.

O Índice de Fadiga além de se correlacionar com o IMC, apresentou significância para a Potência Anaeróbia Absoluta e Relativa e correlaciona-se negativamente com o NAFH.

O NAFH apresenta significância para a Resistência Anaeróbia Absoluta, Atividades Moderadas, Atividades Vigorosas, Atividades MVPA e apresenta correlação inversamente proporcional as Atividades Leves e Índice de Fadiga.

As Atividades Vigorosas correlacionam-se positivamente com o Consumo de Oxigênio, NAFH, e Atividades MVPA e negativamente com as Atividades Leves.

As Atividades Moderadas correlacionam-se positivamente com o NAFH e Atividades MVPA e negativamente com as Atividades Leves.

As Atividades Leves correlacionam-se negativamente com o Consumo de Oxigênio Relativo, Potência Anaeróbia Relativa, NAFH, Atividade Moderada, Atividade Vigorosa e apresenta correlação positiva com as Atividades MVPA.

As Atividades MVPA apresentam correlação com o Consumo de Oxigênio Relativo, Potência Relativa, NAFH, Atividades Moderadas, Atividades Vigorosas e correlacionam-se de forma inversamente proporcional as Atividades Leves.

A Tabela 21 apresenta os resultados do teste de Correlação de Pearson referentes aos pré-púberes do sexo masculino.

**Tabela 21.** Correlação de Pearson para meninos

IMC	%	VO <sub>2</sub>	VO <sub>2</sub>	Pot.	Pot.	Resist	Resist	Índice	NAFH	Ativ.	Ativ.	Ativ.	MVPA
	Gord.	l/min	relativ	Watts	W/kg	Watts	W/kg	fadiga		Mod	Vig	Leve	



IMC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% Gord.	0,69*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO <sub>2</sub> l/min	0,26	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO <sub>2</sub> relativ.	-0,27	-0,28	0,77*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pot. (W)	0,49*	0,23	0,68*	0,33*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pot. (W/kg)	-0,17	-0,34*	0,33*	0,53*	0,61*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resist. (W)	0,45*	0,17	0,65*	0,37*	0,83*	0,46*	-	-	-	-	-	-	-	-
Resist. (W/kg)	-0,14	-0,34*	0,32*	0,53*	0,40*	0,69*	0,69*	-	-	-	-	-	-	-
Índ. fadiga (%)	-0,10	0,03	-0,13	-0,05	0,13	0,35*	-0,24	-0,19	-	-	-	-	-	-
NAFH	0,15	-0,11	0,07	-0,02	0,17	0,13	0,27	0,26	-0,14	-	-	-	-	-
Ativ. Moderada	0,23	-0,05	0,02	0,01	0,10	0,11	0,27	0,33*	-0,21	0,84*	-	-	-	-
Ativ. Vigorosa	0,06	0,06	0,44*	0,22	0,35*	0,13	0,35*	0,15	0,00	0,19	-0,07	-	-	-
Ativ. Leve	-0,24	0,03	-0,11	-0,05	-0,17	-0,14	-0,34*	-0,36*	0,21	-0,87*	-0,98*	-0,12	-	-
MVPA	0,24	0,03	0,11	0,05	0,17	0,14	0,34*	0,36*	0,21	0,87*	0,98	0,12	-1,0*	-

A Tabela 22 apresenta os resultados do teste de Correlação de Pearson referentes aos pré-púberes do sexo feminino.

**Tabela 23. Correlação de Pearson para meninas**

	IMC	% Gord.	VO <sub>2</sub> l/min	VO <sub>2</sub> relativ	Pot. Watts	Pot. W/kg	Resist. Watts	Resist. W/kg	Índice fadiga	NAFH	Ativ. Mod	Ativ. Vig	Ativ. Leve	MVPA
IMC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% Gord.	0,70*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO <sub>2</sub> l/min	0,48*	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO <sub>2</sub> relativ.	-0,41*	-0,36*	0,48*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pot. (W)	0,69*	0,42*	0,52*	-0,29*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pot. (W/kg)	0,16	0,11	0,18	-0,01	0,67*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resist. (W)	0,53*	0,42*	0,41*	-0,26	0,80*	0,51*	-	-	-	-	-	-	-	-
Resist. (W/kg)	-0,08	0,04	-0,09	0,02	0,19	0,57*	0,52*	-	-	-	-	-	-	-
Índ. fadiga (%)	0,39*	0,11	0,21	-0,17	0,47*	0,44*	-0,00	-0,15	-	-	-	-	-	-
NAFH	-0,07	0,00	0,24	0,25	0,06	0,02	0,25	-0,12	-0,35*	-	-	-	-	-
Ativ. Moderada	-0,13	-0,06	0,21	0,41*	-0,03	0,06	-0,03	0,02	-0,05	0,54*	-	-	-	-
Ativ. Vigorosa	-0,13	-0,18	-0,08	0,14	-0,20	-0,15	-0,05	0,06	-0,23	0,31*	0,23	-	-	-
Ativ. Leve	0,15	0,09	-0,18	-0,41*	0,07	-0,02	0,04	-0,03	0,09	-0,57*	-0,98*	-0,40*	-	-
MVPA	0,15	0,09	0,18	0,41*	0,07	0,02	0,04	0,03	0,09	0,57*	0,98*	0,40*	1,0*	-

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 6. Ed. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; WHITT, M. C.; IRWIN, M. L.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; BASSETT JR, D. R.; SCHMITZ, K. H.; EMPLAINCOURT, P. O.; JACOBS JR, D. R.; LEON, A. S. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine science and sports exercise**. v. 32, n. 9 (supplement), p. S498-S516, 2000.

ARLUK, S. L.; BRANCH, J. D.; SWAIN, D. P.; DOWLING, E. A. Childhood obesity's relationship to time spent in sedentary behavior. **Military medicine**. v. 7, p. 168, Jul. 2003.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; CHIA, M. Y. H. Short term power output in relation to growth and maturation. **British journal of sports medicine**. v. 35, p. 118-124, 2001.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; NEVILL, A. M.; KIRBY, B. J. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yr olds. **Journal of applied physiology**. v. 87, n. 6, p. 2230-2236, 1999.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; KIRBY, B. J. Peak oxygen uptake and maturation in 12-yr olds. **Medicine science and sports exercise**. v. 30, n. 1, p. 165-169, Jan. 1998.

ARMSTRONG, N.; KIRBY, B. J.; McMANUS, A. M.; WELSMAN, J. R. Prepubescent's ventilatory responses to exercise with reference to sex and body size. **Chest**. v. 112, n. 6, p. 1554-1560, Dec. 1997.

BALL, E. J.; O'CONNOR, J.; ABBOTT, R.; STEINBECK, K. S.; DAVIES, P. S. W.; WISHART, C.; GASKIN, K. J.; BAUR, L. A. Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9 y. **The american journal of clinical nutrition**. v. 74, p. 524-528, 2001.

BAQUET, G.; VAN PRAAGH, E.; BERTHOIN, S. Endurance training and aerobic fitness in young people. **Sports medicine**. v. 33, n. 15, p. 1127-1143, 2003.

BAR-OR, O. **Pediatric sport medicine for practitioner: from physiologic principles to clinical applications**. New York : Springer-Verlag, 1983.

BAR-OR, O. Juvenile obesity, physical activity, and lifestyle changes: cornerstones for prevention and management. **The physician and sportsmedicine**. New York, v. 28, n. 11, p. 51-58, Nov. 2000.

BRADLEY, C. B.; McMURRAY, R. G.; HARRELL, J. S.; DENG, S. Changes in common activities of 3<sup>rd</sup> through 10<sup>th</sup> graders: the CHIC study. **Medicine science and sports exercise.** v. 32, n. 12, p. 2071-2078, 2000.

BENCKE, J.; DAMSGAARD, R.; SAEKMOSE, A.; JORGENSEN, P.; JORGENSEN, K.; KLAUSEN, K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girl from gymnastics, team handball, tennis and swimming. **Scandinavian journal of medicine and science in sports.** v. 12, p. 171-178, 2002.

BLAAK, E. E.; WESTERTERP, K. R.; BAR-OR O.; WOUTERS, L. J. M.; SARIS, W. H. M. Total energy expenditure and spontaneous activity in relation to training in obese boys. **American journal of clinical nutrition.** v. 55, p.777-782, 1992.

BLOOMFIELD, J.; FRICKER, P. A.; FITCH K.D. (Ed.). **Science and medicine in sport.** 2. ed. Cambridge : Blackwell, 1995.

BOAS, S. R.; DANDURAN, M. J.; McCOLLEY, S. A. Energy metabolism during anaerobic exercise in children with cystic fibrosis and asthma. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 31, n. 9, p. 1242-1249, Sep. 1999.

BOJIKIAN, L. P.; MASSA, M.; MARTIN, R. H. C.; TEIXEIRA, C. P.; KISS, M. A. P. D.; BOHEM, M. T. S. Auto-avaliação puberal feminina por meio de desenhos e fotos. **Atividade física e saúde.** v. 7, n. 2, 2002.

BOREHAM, C. A.; TWISK, J.; SAVAGE, M. J.; CRAN, G. W.; STRAIN, J. J. Physical activity, sports participation, and risk factors in adolescents. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 29, n. 6, p. 788-793, Jun. 1997.

BOUCHARD, C.; MALINA, R. M.; PÉRUSSE, L. **Genetics of fitness and physical performance.** Champaign : Human Kinetics, 1997.

BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A.; LEBLANC, C.; LORTIE, G.; SAVARD, R.; THERIAULT, G. A method to assess energy expenditure in children and adults. **The american journal of clinical nutrition.** v. 37, p. 461-467, Mar. 1983.

BRATTERBY, L-E; SANDHAGEN, B.; FAN, H.; SAMUELSON, G. A 7-day diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. **European journal of clinical nutrition.** v. 51, p. 585-591, 1997.

CARLSON, J.; NAUGHTON, G. Performance characteristics of children using various braking resistances on the wingate anaerobic test. **Journal of sports medicine and physical fitness.** v. 34, p. 362-369, Dec. 1994.

CHEUNG, L. W. Y.; RICHMOND, J. B. (Ed.). **Child health, nutrition, and physical activity.** Champaign : Human Kinetics, 1995.

COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DESPORTIVA. **Manual para teste de esforço e prescrição de exercício.** 4. ed. Rio de Janeiro : Revinter, 1996.

COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **BMJ.** V. 320, 2000.

COUNIL, F.; VARRY, A.; KARILA, C.; HAYOT, M.; VOISIN, M.; PREFAUT, C. Wingate test performance in children with asthma: aerobic or anaerobic limitation? **Medicine and science in sports and exercise.** v. 29, n. 4, p. 430-435, Apr. 1997.

CRESPO, C. J.; SMIT, E.; TROIANO, R. P.; BARTLETT, S. J.; MACERA, C. A.; ANDERSEN, R. E. Television watching, energy intake, and obesity in US children: results from the third national health and nutrition examination survey, 1988-1994. **Archives of pediatrics & adolescent medicine.** v. 155, n. 3, p. 360-365, Mar. 2001.

CRUZ, V. P. **A prática de atividade física e esportes aplicada às particularidades da fisiologia da criança.** Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Fisiologia. Universidade Federal do Paraná, 2001.

DE STE CROIX, M. B. A.; ARMOSTRONG, N.; CHIA, M. Y. H.; WELSMAN, J. R.; PARSONS, G.; SHARPE, P. Changes in short-term power output in 10-to12-year-olds. **Journal of sports sciences.** v. 19, p. 141-148, 2001.

DORÉ, E.; BEDU, M.; FRANÇA, N. M.; DIALLO, O.; DUCHÉ, P.; VAN PRAAGH, E. Testing peak cycling performance: effects of braking force during growth. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 32, n. 2, p. 493-498, 2000.

DOCHERTY, D. (Ed.). **Measurement in pediatric exercise science.** Champaign : Human Kinetics, 1996.

DURANT, R. H.; BARANOWSKI, T.; JOHNSON, M.; THOMPSON, W. O. The relationship among television watching, physical activity and body composition of young children. **Pediatrics.** v. 94, p. 449-455, Oct. 1994.

EINSENMANN, J. C.; KATZMARZYK, P. T.; PERUSSE, L.; BOUCHARD, C.; MALINA, R. M. Estimated daily energy expenditure and blood lipids in adolescents: the québec family study. **Journal of adolescent health.** v. 33, p. 147-153, 2003.

ELIAKIM, A.; SCHEETT, T.; ALLMENDINGER, N.; BRASEL, J. A.; COOPER, D. M. Training, muscle volume, and energy expenditure in nonobese American girls. **Journal of applied physiology.** v. 90, n. 1, p. 35-44, Jan. 2001.

EKELUND, U.; SJOSTROM, M.; YNGVE, A.; POORTVLIET, E.; NILSSON, A.; FROBERG, K.; WEDDERKOPP, N.; WESTERTERP, K. Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 33, n. 2, p. 275-281, 2001.

EPSTEIN, L. H.; PALUCH, R. A.; KALAKANIS, L. E.; GOLDFIELD, G.S.; CERNY, F. J.; ROEMMICH, J. N. How much activity do youth get? A quantitative review of heart rate measured activity. **Pediatrics**. v. 108, n. 3, p. e44, Sep. 2001.

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

FIGUEROA-MUÑOZ, J. I.; CHINN, S.; RONA, R. J. Association between obesity and asthma in 4–11 year old children in the UK. **Thorax**. v. 56, n. 2, p. 133-137, Feb. 2001.

FILAIRE, E.; LAC, G. Nutritional status and body composition of juvenile elite female gymnasts. **Journal of sports medicine and physical fitness**. v. 42, n. 1, 2002.

FRANCIS, L. A.; LEE, Y.; BIRCH, L. L. Parental weight status and girls' television viewing, snacking, and body mass. **Obesity Research**. v. 11, p. 143-151, Jan 2003.

FREEDMAN, D. S.; SERDULA, M. K.; SRINIVASAN, S. R.; BERENSON, G. B. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **American journal of clinical nutrition**. v. 69, n. 2, p. 308-317, Feb. 1999.

GARRETT, W. E.; KIRKENDALL, D. T. **Exercise and sport science**. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

GASKILL, S. E.; RUBY, B. C.; WALKER, A. J.; SANCHEZ, O. A.; SERFASS, R. C.; LEON, A. S. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and science in sports and exercise**. v. 33, n. 11, p. 1841-1848, Nov. 2001.

GEORGOPOULOS, N.; MARKOU, K.; THEODOROPOULOU, A.; PARASKEVOPOULO, P.; VARAKI, L.; KAZANTZI, Z.; LEGLISE, M.; VAGENAKIS, A. G. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. **The journal of clinical endocrinology and metabolism**. v. 84, n. 12, p. 4525-4530, 1999.

GORTMAKER, S. L.; MUST, A.; SOBOL, A. M.; PETERSON, K.; COLDITZ, G. A.; WILLIAM, H. Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986-1990. **Archives of pediatrics and adolescent medicine**. v. 150, n. 4, p. 356-362, Apr 1996.

GREEN, S.; DAWSON, B. Measurement of anaerobic capacities in humans: definitions, limitations and unsolved problems. **Sports medicine**. v. 15, n. 5, p. 312-327, 1993.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**. São Paulo : CLR Balieiro, 2000.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Exercício físico na promoção da saúde.** Londrina : Midiograf, 1995.

GUERRA, S.; SANTOS, P.; RIBEIRO, J. C.; DUARTE, R. J. A.; MOTA, J.; SALLIS, J. F. Assessment of children's and adolescents' physical activity levels. **European physical education review.** v. 9, n. 1, p.75-85, 2003.

GUERRA, S.; RIBEIRO, J. C.; COSTA, R.; DUARTE, J.; MOTA, J. Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in school children. **Journal of sports medicine and physical fitness.** v. 42, p.207-213, 2002.

JANZ, K. F.; LEVY, S. M.; BURNS, T. L.; TORNER, J. C.; WILLING, M. C.; WARREN, J. J. Fatness, physical activity and television viewing in children during the adiposity rebound period: the Iowa bone development study. **Preventive medicine.** v. 35, p. 563-571, 2002.

JANZ, K. F.; NIELSEN, D. H.; CASSADY, S. L.; COOK, J. S.; WU, Y.; HANSEN, J. R. Cross-validation of the Slaughter skinfold equation for children and adolescents. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 25, n. 9, Mar. 1993.

HEBESTREIT, H.; STASCHEN, B.; HEBESTREIT, A. Ventilatory threshold: a useful method to determine aerobic fitness in children? **Medicine and science in sports and exercise.** v. 32, n. 11, p. 1964-1969, Nov. 2000.

HERGENROEDER, A. C.; HILL, R. B.; WONG, W. W.; HAGHPEYKAR, H. S.; TAYLOR, W. Validity of self-assessment of puberal maturation in african american and european american adolescents. **Journal of adolescent health.** V. 24, p. 201-205, 1999.

HEYWARD, V. H. **Advanced fitness assessment and exercise prescription.** 3. ed. Champaign : Human Kinetics, 1998.

HEYWARD, V. H; STOLARCZYK, L. M. **Applied body composition assessment.** Champaign : Human Kinetics, 1996.

HOWLEY, E. T. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 33, n. 6 (supplement), p. S364-S369, 2001.

INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. **The wingate anaerobic test.** Champaign : Human Kinetics, 1996.

KEMPER, H. C. G. (Ed.) **The Amsterdam growth study:** a longitudinal analysis of health, fitness, and lifestyle. HK sport science monograph series, volume 6. Champaign : Human Kinetics, 1995.



KOO, M. M.; ROHAN, T. E. Comparison of four habitual physical activity questionnaires in girl aged 7-15 yr. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 31, n. 3, p. 421-427, Mar. 1999.

KRISKA, A.; CASPERSEN, C. J. Bouchard three-day physical activity record. v. 29, n. 6 (supplement), p. S19-S24, Jun. 1997.

LE MASURIER, G. C.; TUDOR-LOCKE, C. Comparison of pedometer and accelerometer accuracy under controlled conditions. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 35, n. 5, p. 867-871, 2003.

LINDSAY, R. S.; HANSON, R. L.; ROUMAIN, J.; RAVUSSIN, E.; KNOWLER, W. C.; TATARANNI, P. A. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationship to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. **The journal of clinical endocrinology and metabolism.** v. 86, n. 9, p. 4061-4067, 2001.

LOWRY, R.; WECHSLER, H.; GALUSKA, D. A.; FULTON, J. E.; KANN, L. Television viewing and its association with overweight, sedentary lifestyle, and insufficient consumption of fruits and vegetables among US high school students: differences by race, ethnicity, and gender. **The journal of school health.** v. 72, n. 10, p. 413-421, Dec. 2002.

MACHADO, H. S. **A relação entre níveis de atividade física, aptidão física e os padrões motores fundamentais de escolares na faixa etária de 7 e 8 anos da cidade de Curitiba, Paraná.** Relatório técnico-científico apresentado ao programa institucional de bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq - Universidade Federal do Paraná, 2002.

MAFFULLI, N.; BAXTER-JONES, A. D. G.; THOMPSON, A. M.; MALINA, R. M. Growth and maturation in elite young female athletes. **Sports medicine and arthroscopy review.** v. 10, p. 42-49, 2002.

MALINA, R. M. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. **Research quarterly for exercise and sport.** v. 67, n. 3, Sep. 1996.

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

MASCARENHAS, L. P. G., MACHADO, H. S., BRUM, V. P. C., CAMPOS, W., NUNES, G. F. A relação entre as horas assistidas de TV e o IMC em escolares do sexo masculino e feminino, de 7 e 8 anos, da rede pública e particular de ensino de Curitiba-PR. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte - Ed. Especial,** 2003.

MARTIN, R. J. F.; DORE, E.; TWISK, J.; VAN PRAAGH, E.; HAUTIER, C. A.; BEDU, M. Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. **Medicine science and sports exercise.** v. 36, n. 3, p. 498-503, 2004.

MATSUDO, S. M., et al. Nível de atividade física em crianças e adolescentes de diferentes regiões de desenvolvimento. **Revista da APEF.** v. 3, n. 4, 1998.



MATSUDO, S. M. M; MATSUDO, V. K. R. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Revista brasileira de ciência e movimento.** v. 5, n. 2, p. 18-35, 1991.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 4. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1998.

McMURRAY, R.G.; HARREL, J. S.; BANGDIWALA, S. I; HU, J. Tracking of physical activity and aerobic power from childhood through adolescence. **Medicine science and sports exercise.** v. 35, n. 11, p. 1914-1922, 2003.

McMURRAY, R.G.; HARREL, J. S.; BRADLEY, C. B.; DENG, S.; BANGDIWALA, S. I Predicted maximal aerobic power in youth is related to age, gender and ethnicity. **Medicine science and sports exercise.** v. 34, n. 1, p. 145-151, 2002.

MCCANN, D. J.; ADAMS, W. C. A theory for normalizing resting  $VO_2$  for differences in body size. **Medicine science and sports exercise.** v. 34, n. 8, p. 1382-1390, Aug. 2002.

MYERS, J.; ATWOOD, J. E.; FROELICHER, V. Active lifestyle and diabetes. **Circulation.** v. 107, n. 19, p. 2392-2394, May 2003.

NAHAS, M. V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida.** 2. ed. Londrina : Midiograf, 2001.

NEVILL, A. M.; HOLDER, R. L.; BAXTER-JONES, A.; ROUND, J. M.; JONES, D. A. Modeling developmental changes in strength and aerobic power in children. **Journal of applied physiology.** v. 84, n. 3, p. 963-970, Mar. 1998.

PATE, R. R.; BARANOWSKI, T.; DOWDA, M.; TROST, S. G. Tracking of physical activity in young children. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 28, n. 1, p. 92-96, 1996.

PATE, R. R. Physical activity and public health: a recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sport medicine. **The journal of the american medical association.** v. 273, n. 5, p. 402-407, Feb. 1995.

PATE, R. R.; DOWDA, M.; ROSS, J. G. Associations between physical activity and physical fitness in American children. **Sports Medicine.** v. 144, p. 1123-1129, 1990.

PAYNE, V. G.; MORROW JR, J. R. Exercise and  $VO_2$ max in children: a meta-analysis. **Research quarterly for exercise and sport.** V. 64, n. 3, p. 305-313, 1993.

PINHO, R.; PETROSKI, E. Nível de atividade física em crianças. **Revista brasileira de atividade física e saúde.** v. 2, n. 3, p. 67-79, 1997.

POLLOCK, M. L.; WILMORE J. H. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação.** 2. ed. Rio de Janeiro : MEDSI, 1993.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Exercise physiology: theory and application to fitness and performance.** 4. ed. New York : McGraw-Hill, 2001.

PUYAU, M. R.; ADOLPH, A. L.; VOHRA, F. A.; BUTTE, N. F. Validation and calibration of physical activity monitors in children. **Obesity research.** v. 10, n. 3, p. 150-157, March, 2002.

REILLY, J. J.; JACKSON, D. M.; MONTGOMERY, C.; KELLY, L. A.; STATER, C.; GRANT, S.; PATON, J. Y. Total energy expenditure and physical activity in young Scottish children: mixed longitudinal study. **The lancet.** v. 363, p. 211, Jan. 2004.

RIBEIRO, I. C. Obesidade entre escolares da rede pública de ensino de Vila Mariana – São Paulo: Estudo de caso-controle. **Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo/Escola Paulista de Medicina,** 2001.

RIDDOCH, C. J.; ANDERSEN, L. B.; WEDDERKOPP, N.; HARRO, M.; KLASSON-HEGGEBO, L.; SARDINHA, L. B.; COOPER, A. R.; EKELUND, U. Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old european children. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 36, n. 1, p. 86-92, 2004.

RIVERA-BROWN, A. M.; ALVAREZ, M.; RODRÍGUES-SANTANA, J. R.; BENETTI, P. J. Anaerobic power and achievement of VO<sub>2</sub> plateau in pre-pubertal boys. **International journal of sports medicine.** v. 22, p. 111-115, 2001.

ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. **Exercise physiology: exercise, performance, and clinical applications.** New York : McGraw-Hill, 1997.

ROWLANDS, A. V.; ESTON, R. G.; INGLEDEW, D. K. Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8-to-10-yr-old children. **Journal of applied physiology.** v. 86, n. 4, p. 1428-1435, Apr. 1999.

ROWLAND, T. W.; GOFF, D.; MARTEL, L.; FERRONE, L. Influence of cardiac functional capacity on gender differences in maximal oxygen uptake in children. **Chest.** v. 117, p. 629-635, 2000.

ROWLAND, T. W. **Developmental exercise physiology.** Champaign : Human Kinetics, 1996.

ROWLAND, T. W. (Ed.). **Pediatric laboratory exercise testing: clinical guidelines.** Champaign : Human Kinetics, 1993.

ROWLAND, T. W. **Exercise and children's health.** Champaign : Human Kinetics, 1990.

SALLIS, J. F. Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 32, n. 9, p. 1598-1600, 2000.

SANTOS, P.; GUERRA, S.; RIBEIRO, J. C.; DUARTE, J. A. Age and gender-related physical activity: a descriptive study in children using accelerometry. **Journal of sports medicine and physical fitness.** v. 43, n. 1, p. 88-89, Mar. 2003.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT JR, D. R. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models **Medicine and science in sports and exercise.** v. 36, n. 2, p. 331-335, 2004.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT JR, D. R. Accuracy and reliability of 10 pedometer for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.

SCRUGGS, P. W.; BEVERIDGE, S. K.; EISENMAN, P. A.; WATSON, D. L.; SHULTZ, B. B.; RANSDALL, L. B. Quantifying physical activity via pedometry in elementary physical education. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 35, n. 6, p. 1065-1071, 2003.

SHEPHARD, R. J. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. **British journal of sports medicine.** v. 37, p. 197-206, 2003.

SILVESTRI, C. J. W. **Prevalência do estado nutricional e classificação sócio-econômica na população escolar de 7 à 17 anos no município de Guarapuava – Pr.** Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Pedagogia do Esporte. Departamento de Educação Física. Universidade Federal do Paraná, 1999.

SKINNER, J. S. **Exercise testing and exercise prescription for special cases: theoretical basis and clinical application.** 2. ed. New York : Lippincott Williams & Wilkins, 1993.

SLAUGHTER, M. H.; LOHMAN, T. G.; BOILEAU, R. A. Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. **Hum Biol.** v. 5, p. 709-723, 1998.

SLEAP, M.; TOLFREY, K. Do 9- to 12 yr-old children meet existing physical activity recommendations for health? **Medicine and science in sports and exercise.** v. 33, n. 4, p. 591-596, 2001.

TALBOT, L. A.; METTER, E. J.; FLEG, J. L. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 31, n. 2, p. 417, Feb. 2000.

TURLEY, K. R.; WILMORE, J. H. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. **Journal of applied physiology.** v. 83; n. 3, p. 948-957, Sep. 1997.

TURLEY, K. R.; WILMORE, J. H. Cardiovascular responses to submaximal exercise in 7 – to 9 – yr. – old boys and girls. **Medicine and science in sports and exercise.** v. 29; n. 6, p. 824-832, Jun. 1997.

VAN PRAAGH, E. (Ed.). **Pediatric anaerobic performance.** Champaign : Human Kinetics, 1998.

WAREHAM, N. J.; WONG, M.; HENNINGS, S.; MITCHELL, J.; RENNIE, K.; CRUICKSHANK, K.; DAY, N. E. Quantifying the association between habitual energy expenditure and blood pressure. **International journal of epidemiology.** v. 29, p. 655-660, 2000.

WEIMANN, E. Gender-related differences in elite gymnasts: the female athlete triad. **Journal of applied physiology.** v. 92, p. 2146-2152, 2002.

WEINECK, J. **Biologia do esporte.** São Paulo : Manole, 2000.

WELK, G. J.; CORBIN, C. B.; KAMPERT, J. B. The validity of the Tritrac-R3D activity monitor for the assessment of physical activity: II. Temporal relationships among objective assessments. **Research quarterly for exercise and sport.** v. 69, n. 4, p. 395-399, 1998.

WELSMAN, J. R.; ARMSTRONG, N.; KIRBY, B. J.; WINSLEY, R. J.; PARSONS, G.; SHARPE, P. Exercise performance and magnetic resonance imaging-determined thigh muscle volume in children. **European journal of applied physiology.** v. 76, p. 92-97, 1997.

WILLIAMS, C. A.; ARMSTRONG, N.; POWELL, J. Aerobic responses of prepubertal boys to two modes of training. **British journal of sports medicine.** v. 34, p. 168-173, 2000.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sports and exercise.** 2. ed. Champaign : Human Kinetics, 1999.

YOUNGSTEDT, S. D.; PELIS, M. L.; O'BRIEN, P. M.; PALMER, C. R.; SMITH, M. T.; ORFF, H. J.; KRIPKE, D. F. No association of sleep with total daily physical activity in normal sleepers. **Physiology & behavior.** v. 78, p. 395-401, 2003.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1 - CARTA CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO**

Curitiba, 30 de Maio de 2003.

Faz-se o convite através desta para que seu filho(a) participe do projeto de pesquisa intitulado: "A influência de diferentes níveis de atividade física e sexo na aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes da cidade de Curitiba/PR", da mestrandia Vilma Brum, sob orientação do Prof. Dr. Wagner de Campos da UFPR.

Esse projeto visa estabelecer a influência de diferentes níveis de atividade física (sedentários, ativos e atletas) e sexo (masculino e feminino) sobre indicadores fisiológicos da aptidão aeróbia e anaeróbia em crianças pré-púberes participantes e não participantes de programas regulares de treinamento esportivo.

Permitindo que seu filho participe do projeto você saberá se seu filho desempenha atividades físicas suficientes para sua saúde. Para isso seu filho responderá a um questionário sobre as atividades diárias as quais ele realiza (BOUCHARD, et al., 1983), fará uma auto-avaliação para sabermos seu estágio maturacional, mediremos seu percentual de gordura, peso e altura; após realizaremos um teste na esteira e trinta minutos depois um teste na bicicleta.

O teste de esteira (protocolo de BALKE) terá duração máxima de 22 minutos, sendo que a criança poderá quando quiser. Esse teste é executado com aumentos progressivos na inclinação e velocidade da esteira e a troca gasosa será determinada diretamente. O teste de bicicleta (WINGATE) terá a duração de trinta segundos e terá a carga estabelecida de acordo com o peso da criança.

Todos os testes, que em momento algum trará riscos a criança, serão realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício, Depto. de Educação Física da UFPR, Rua Coração de Maria, 92 - BR 116, Km 99. Telefone: (41) 262-7574.

Sua colaboração é de extrema importância para que possamos entender mais sobre a criança e a prática de atividade física e que possamos preparar melhor nossos professores para ministrar aulas de Educação Física e de iniciação esportiva.

Atenciosamente, Vilma Pinheiro da Cruz Brum.