

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

PATRÍCIA SCHNEIDER

***COMPOSIÇÃO CORPORAL, TAXA METABÓLICA BASAL E PICO DE
CONSUMO DE OXIGÊNIO APÓS UM TREINAMENTO FÍSICO MISTO
EM MENINOS ADOLESCENTES COM SOBREPESO OU OBESIDADE***

Porto Alegre

2005

PATRÍCIA SCHNEIDER

***COMPOSIÇÃO CORPORAL, TAXA METABÓLICA BASAL E PICO DE
CONSUMO DE OXIGÊNIO APÓS UM TREINAMENTO FISICO MISTO
EM MENINOS ADOLESCENTES COM SOBREPESO OU OBESIDADE***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Meyer

Porto Alegre

2005

CATALOGAÇÃO NA FONTE

S357c Schneider, Patrícia

Composição corporal, taxa metabólica basal e pico de consumo de oxigênio após um treinamento físico misto em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade / Patrícia Schneider. – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

119 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, 2005.

1. Exercício físico. 2. Composição corporal : gordura . 3. Treinamento físico : força muscular. 4. Calorimetria indireta 5. DEXA. I. Título. II. Meyer, Flávia, orientadora.

CDU: 796.012:612

Catálogo elaborado por Maria Carla Ferreira Garcia, CRB-10/1343.

*“...corramos, com perseverança,
a carreira que nos está proposta,
olhando firmemente para o Autor e
Consumador da fé, Jesus...”*

Hb. 12. 1,2.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram envolvidos nesta importante etapa da minha vida.

A Deus, por me conceder saúde, força e coragem para enfrentar os desafios.

Aos meus queridos pais, que, mesmo morando muito longe, sempre estão tão presentes por meio de seus ensinamentos e conselhos. Aos meus irmãos Rodrigo e Cristiane, que são mais do que irmãos.

Ao meu noivo, Jean, por todo amor, compreensão e apoio incondicionais.

Aos meus futuros sogros, Vilson e Terezinha, e às minhas futuras cunhadas e meus futuros cunhados.

Aos meus amigos verdadeiros, que são muitos.

Ao Professor Adroaldo Gaya, pelo primeiro incentivo durante a graduação, nos primeiros passos do conhecimento científico.

A todos colegas e professores que sempre estiveram me ensinando e apoiando, desde a graduação, como o Prof. Ms. Marcelo Morganti Sant'anna, o Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto, a Profa. Ms. Andréa S. Fontoura, o Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss, até o momento atual, como o Prof. Ms. Michel Arias Brentano, a Dra. Rosemary de Oliveira Petkowicz, o Dr. Ivan Pacheco e todos os colegas do grupo de pesquisa e de mestrado.

A todos os profissionais competentes que estiveram trabalhando neste estudo: estagiários Caio Vinícius Siebel da Rosa, Gisiane da Silva Reolon, Diosele de Souza Moura, Maria Carolina Meyer Martins, Profa. Gisele Benetti, Profa. Simone Henkin, Prof. Orlando Laitano Lionello Neto, Prof. André Nascimento Dias e nutricionista Carolina Ritter Ribeiro.

Ao Colégio Militar de Porto Alegre, tanto à direção e aos professores, aqui representados pelos Profs. Ricardo de A. Castilho e Capitão Augusto Maciel, como pelos queridos alunos participantes deste estudo.

À equipe da Clínica Clinodens, nas pessoas do Dr. Mauro, da Profa. Maria Aparecida, da Nara, bem como à equipe técnica.

A toda equipe da Academia Redenção, principalmente ao Prof. Luciano.

À revisora gramatical desta dissertação, Márcia dos Santos Dornelles.

Aos funcionários do LAPEX (Dani, Márcia, Luiz, Alex, Luciano e Carla) e do PPGCMH – UFRGS (Rosane, André e Ana).

A todos os professores da ESEF-UFRGS, principalmente ao Prof. Dr. Álvaro Reischak de Oliveira, pelas críticas e sugestões ao projeto desta pesquisa, e à banca examinadora desta dissertação.

Ao CNPq, pela bolsa de pesquisa.

À UFRGS.

Ao Hospital Moinhos de Vento pela confiança a mim dedicada.

E, finalmente, à minha querida amiga e orientadora Profa. Dra. Flávia Meyer, pelos ensinamentos técnicos e de vida, e por toda sua sabedoria, humildade e disponibilidade nestes seis anos de convivência.

Obrigada!

RESUMO

A obesidade entre adolescentes vem aumentando sendo considerada um dos principais problemas de saúde pública. O objetivo deste estudo foi comparar a composição corporal, a taxa metabólica basal (TMB), o pico de consumo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e a força muscular de adolescentes com sobrepeso ou obesidade de um grupo submetido a 16 semanas de treinamento físico misto em circuito com um grupo controle. Participaram 28 meninos púberes e pós-púberes, sendo 18 do grupo experimental (EXP) (13,4 anos de idade) e 10 do grupo controle (CON) (13,8 anos de idade). A massa corporal magra (MCM) e de gordura corporal (GC) foram obtidas por meio da Absortometria Radiológica de Dupla-Energia (DEXA); a TMB, por meio de calorimetria indireta (MGC-CPX/D); o $VO_{2\text{pico}}$, mediante teste em cicloergômetro (McMaster); e as forças de flexão de cotovelo (FCo) e extensão de joelho (EJ), mediante teste de 1RM. O treinamento foi realizado três vezes por semana, durante uma hora e foi composto por nove exercícios contra-resistência, intercalados com 3 a 5 minutos de exercícios aeróbios. Foram utilizados a ANOVA de medidas repetidas e o teste *T* pareado e independente para comparações intra e intergrupos, respectivamente. Não houve diferenças significativas nas variáveis IMC, GC (kg), TMB e $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MCM entre os grupos nos pré e pós-testes. Houve aumento significativo e igual entre os grupos nas variáveis estatura (EXP pré $166,8\pm 8,67$ cm e

pós $168,7 \pm 8,31$ cm; CON pré $164,0 \pm 8,39$ cm e pós $165,8 \pm 8,91$ cm) e MCM (EXP pré $46,0 \pm 10,5$ kg e pós $48,8 \pm 10,5$ kg; CON pré $44,8 \pm 8,99$ kg e pós $46,9 \pm 9,55$ kg) após o período do estudo. O grupo CON apresentou aumento significativo na MC (EXP pré $78,6 \pm 10,1$ kg e pós $79,8 \pm 11,4$ kg; CON pré $74,7 \pm 9,04$ kg e pós $76,8 \pm 9,45$ kg). O grupo EXP apresentou diminuição significativa no %GC (EXP pré $38,7 \pm 8,91\%$ e pós $36,4 \pm 8,54\%$; CON pré $37,3 \pm 8,24\%$ e pós $36,0 \pm 9,15\%$) e aumentos significativos no $VO_{2\text{pico}}$ absoluto (EXP pré $2,25 \pm 0,48$ l/min e pós $2,52 \pm 0,47$ l/min; CON pré $2,33 \pm 0,54$ l/min e pós $2,44 \pm 0,53$ l/min) e $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC (EXP pré $28,6 \pm 4,57$ ml/kg/min e pós $31,4 \pm 4,06$ ml/kg/min; CON pré $31,0 \pm 5,09$ ml/kg/min e pós $31,9 \pm 5,27$ ml/kg/min). O grupo EXP apresentou aumentos maiores de força muscular do que os do grupo CON tanto em FCo (EXP pré $13,3 \pm 4,84$ kg e pós $19,6 \pm 4,89$ kg; CON pré $13,8 \pm 5,60$ kg e pós $15,1 \pm 5,48$ kg) quanto em EJ (EXP pré $31,2 \pm 9,19$ kg e pós $43,9 \pm 10,8$ kg; CON pré $26,7 \pm 4,62$ kg e pós $29,8 \pm 5,48$ kg). O treinamento físico misto em circuito em adolescentes obesos não aumentou a TMB, mas demonstrou benefícios na composição corporal, no pico de consumo de oxigênio e na força muscular comparado a um grupo controle.

ABSTRACT

Obesity among adolescents is increasing and is considered a major public health problem. The purpose of this study was to compare body composition, basal metabolic rate (BMR), peak oxygen uptake (VO_{2peak}), and muscle strength in overweight and obese adolescent boys who underwent to a 16-week combined circuit training compared to a control group. Twenty-eight pubescent and postpubescent boys participated in the study, 18 in the experimental group (EXP) and 10 in the control (CON) group. Fat-free mass (FFM) and body fat (BF) were tested through Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA); BMR through indirect calorimetry (MGC-CPX/D); VO_{2peak} in a cicloergometer McMaster protocol, and muscle strength through elbow flexor (EF) and knee extension (KE) by using 1-RM test. Training occurred three times a week, during one hour, and consisted of nine resistance exercises with aerobic exercises (3-5 minutes) in between. ANOVA of repeated measures, and paired and independent t-tests were used to compare within and between groups, respectively. There were no significant differences in the variables BMI, BF (kg), BMR, and VO_{2peak} relative to FFM between groups in pre and post tests. There was a significant and equal increase between groups in the variables height (EXP pre 166.8 ± 8.67 cm and post 168.7 ± 8.31 cm; CON pre 164.0 ± 8.39 cm and post 165.8 ± 8.91 cm) and FFM (EXP pre 46.0 ± 10.5 kg and post

48.8±10.5 kg; CON pre 44.8±8.99 kg and post 46.9±9.55 kg) after the period of the study. CON group presented a significant increase in BM (EXP pre 78.6±10.1 kg and post 79.8±11.4 kg; CON pre 74.7±9.04 kg and post 76.8±9.45 kg). EXP group presented a significant decrease in %BF (EXP pre 38.7±8.91% and post 36.4±8.54%; CON pre 37.3±8.24% and post 36.0±9.15%) and significant increases in absolute VO_{2peak} (EXP pre 2.25±0.48 l/min and post 2.52±0.47 l/min; CON pre 2.33±0.54 l/min and post 2.44±0.53 l/min) and VO_{2peak} relative to BM (EXP pre 28.6±4.57 ml/kg/min and post 31.4±4.06 ml/kg/min; CON pre 31.0±5.09 ml/kg/min and post 31.9±5.27 ml/kg/min). EXP group presented greater increases in muscular strength than CON group both in EF (EXP pre 13.3±4.84 kg and post 19.6±4.89 kg; CON pre 13.8±5.60 kg and post 15.1±5.48 kg) and in KE (EXP pre 31.2±9.19 kg and post 43.9±10.8 kg; CON pre 26.7±4.62 kg and post 29.8±5.48 kg). The combined circuit training showed no increase in BMR but were beneficial for body composition, VO_{2peak} and muscle strength compared to the control group.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desnutrição e obesidade nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.....	27
Tabela 2 - Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil	28
Tabela 3 - Características físicas dos grupos experimental e controle nos pré e pós-testes (média±dp).....	70
Tabela 4 - Avaliações dos pré-testes dos grupos experimental e controle (média±dp).....	70
Tabela 5 - Ingestão alimentar diária em Kcal dos grupos experimental e controle antes, nas semanas 5, 9, 13 e após o estudo (média±dp).....	71
Tabela 6 - Gasto energético diário em Kcal dos grupos experimental e controle antes, nas semanas 5, 9, 13 e após o estudo (média±dp).....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exame de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA), equipamento <i>Lunar</i> , modelo DPX-L	55
Figura 2 - Programa Pediátrico <i>SmartScan</i> , versão 4.7c	55
Figura 3 - Ergoespirômetro de circuito aberto e analisador de gases marca <i>MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems</i> , modelo CPX/D da Medical Graphics Corporation	57
Figura 4 - Avaliação da taxa metabólica basal	58
Figura 5 - Avaliação do pico de consumo de oxigênio	60
Figura 6 - Banco Scott e roldana baixa	62
Figura 7 - Cadeira extensora.....	63
Figura 8 - Massa corporal magra compartimentada em braço, perna e tronco pré e pós-testes dos grupos experimental e controle	72
Figura 9 - Massa corporal magra total pré e pós-testes dos grupos experimental e controle.....	73
Figura 10 - Gordura corporal pré e pós-testes dos grupos experimental e controle.....	74
Figura 11 - Taxa metabólica basal pré e pós-testes dos grupos experimental e controle.....	74
Figura 12 - Pico de consumo de oxigênio absoluto pré e pós-testes dos grupos experimental e controle	75
Figura 13 - Pico de consumo de oxigênio relativo à massa corporal e à massa corporal magra pré e pós-testes dos grupos experimental e controle	76

Figura 14 - Valor de 1RM de flexão de cotovelo pré e pós-testes dos grupos experimental e controle	77
Figura 15 - Valor de 1RM de extensão de joelho pré e pós-testes dos grupos experimental e controle	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Avaliações realizadas durante o estudo.....	64
Quadro 2 - Programa de treinamento de força muscular	68

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Por cento
<	Menor
>	Maior
≤	Menor ou Igual
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
C	Celsius
cm	Centímetros
CMPA	Colégio Militar de Porto Alegre
CO ₂	Gás carbônico
CON	Grupo controle
d	Dia
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EJ	Extensão de joelho
ESEF	Escola de Educação Física
EST	Estatura
EXP	Grupo experimental
FC	Frequência cardíaca
FCo	Flexão de cotovelo

g	Gramas
GC	Gordura corporal
GED	Gasto energético diário
h	Hora
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
Hg	Mercúrio
h	Horas
IMC	Índice de massa corporal
kcal	Quilocaloria
kcal/d	Quilocaloria por dia
kg	Quilograma
kJ	Quilojoule
LAPEX	Laboratório de Pesquisa do Exercício
l/min	Litros por minuto
MC	Massa corporal
MCM	Massa corporal magra
MCMBR	Massa corporal magra de braço
MCMPER	Massa corporal magra de perna
MCMTOT	Massa corporal magra total
MCMTRON	Massa corporal magra de tronco
min	Minutos
ml	Mililitros
ml/kg/min	Mililitros por quilograma de peso por minuto
mm	Milímetros
mph	Milhas por hora
n	Tamanho amostral

OMS	Organização Mundial da Saúde
O ₂	Oxigênio
RCQ	Razão cintura-quadril
RER	Quociente respiratório
RM	Repetição máxima
rpm	Repetições por minuto
s	Segundos
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
TF	Treinamento de Força
TM	Treinamento Misto
TMB	Taxa metabólica basal
TMR	Taxa metabólica de repouso
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO _{2máx.}	Consumo máximo de oxigênio
VO _{2pico}	Pico de consumo de oxigênio
vs.	Versus
w	Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	19
1.1 PROBLEMA	23
1.2 OBJETIVO GERAL	23
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.4 HIPÓTESES	24
1.5 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS	24
2 REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1 DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO DA OBESIDADE	26
2.2 OBESIDADE NO BRASIL E NO MUNDO	27
2.3 OBESIDADE NA CRIANÇA E NO ADOLESCENTE	28
2.3.1 Sedentarismo	29
2.4 CONSEQÜÊNCIAS E CONTROLE DA OBESIDADE	30
2.5 EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO NO GASTO ENERGÉTICO DIÁRIO E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL	35
2.6 OS TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E NA TAXA METABÓLICA BASAL	36
2.6.1 Treinamento Aeróbio	36
2.6.2 Treinamento de Força	39
2.6.3 Treinamento Misto	44
2.7 OS TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NO PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO	46
2.8 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DA TAXA METABÓLICA BASAL	48

3 METODOLOGIA	50
3.1 DELINEAMENTO	50
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	50
3.3 PROCESSO DE AMOSTRAGEM	51
3.4 PROCEDIMENTOS DAS AVALIAÇÕES	52
3.4.1 Avaliação da composição corporal	54
3.4.2 Avaliação da taxa metabólica basal e do pico de consumo de oxigênio	56
3.4.3 Avaliação da força muscular	60
3.5 EQUIPAMENTOS DO TREINAMENTO	62
3.6 PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO MISTO EM CIRCUITO	64
3.7 VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES	66
3.7.1 Variáveis dependentes	66
3.7.2 Variável independente	66
3.7.3 Variáveis de controle	67
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	67
4 RESULTADOS	69
5 DISCUSSÃO	79
5.1 TREINAMENTO FÍSICO MISTO EM CIRCUITO	83
5.2 ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL	85
5.3 TAXA METABÓLICA BASAL	87
5.4 PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO	91
5.5 FORÇA MUSCULAR	93
5.6 ATIVIDADES SEDENTÁRIAS	95
6 CONCLUSÕES	97
7 LIMITAÇÕES	99
8 SUGESTÕES	100
REFERÊNCIAS	101

ANEXOS	113
ANEXO A - Termo de consentimento informado.....	114
ANEXO B - Ficha de coleta de dados	115
ANEXO C - Registro alimentar de três dias.....	116
ANEXO D - Questionário de atividade física	118
ANEXO E - Recordatório de atividade física	119

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A obesidade em crianças e adolescentes é uma doença de difícil e complexo tratamento (BARLOW; DIETZ, 1998), pois apresenta causas genéticas, fisiológicas, comportamentais, ambientais e psicológicas. Dentre as causas comportamentais e ambientais, a atividade física insuficiente é uma das mais importantes (BAR-OR *et al.*, 1998, DIONNE *et al.*, 2000). Segundo Matsudo *et al.* (1998), é consenso que o nível de atividade física de crianças e adolescentes é baixo no mundo inteiro, sendo evidenciado que o tempo gasto em atividades sedentárias tem relação direta com a obesidade (ANDERSEN *et al.*, 1998).

O exercício físico é eficaz na prevenção e no controle do sobrepeso e da obesidade em crianças e adolescentes. Além do exercício físico, são indicadas a adequação da ingestão calórica e a modificação de comportamento (EPSTEIN *et al.*, 1996, TROIANO *et al.*, 1995).

Em relação à alimentação, quando ocorre uma grande diminuição da massa corporal (MC) por meio de dieta alimentar, diminui, conseqüentemente, a massa corporal magra (MCM) (GORAN *et al.*, 2000). A MCM é mais ativa metabolicamente do que o tecido adiposo, sendo a principal determinante do gasto energético em repouso em crianças e adolescentes obesos ou não-obesos, como sugeriram vários autores (RODRÍGUEZ *et al.*, 2002, MOLNÁR; SCHUTZ, 1997, VAN MIL *et al.*, 2001).

Com a perda da MCM, pode ocorrer o retorno ou até mesmo o aumento da MC, devido à conseqüente redução no gasto energético, como sugerem estudos com adultos (BESSARD *et al.*, 1983, RAVUSSIN *et al.*, 1985, RAVUSSIN *et al.*, 1988).

Assim, para o controle do peso corporal e para prevenir a diminuição da MCM, alguns autores (MALINA; BOUCHARD, 1991, Consenso Latino Americano Sobre Tratamento da Obesidade - CLAO, 1998) indicam o treino de resistência aeróbia com ênfase na duração e na freqüência do treino, por gerar um grande gasto energético. É consenso que um treinamento aeróbio apresente resultados importantes na diminuição da massa e/ou gordura corporal (GC). A desvantagem desse tipo de treino, já demonstrada em adultos, é que ele apenas mantém a MCM (BROEDER *et al.*, 1992, DOLEZAL; POTTEIGER, 1998, POEHLMAN *et al.*, 2002). Em um programa de dieta alimentar para crianças e adolescentes obesos, um estudo (DEFORCHE *et al.*, 2003) já demonstrou a diminuição da MCM, mesmo acompanhada de treino aeróbio.

Além do possível retorno ou aumento da MC, outro aspecto negativo da diminuição da MCM é que, tanto em adultos não-obesos (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998) quanto em crianças e adolescentes obesos (ZWIAUER *et al.*, 1992), a MCM apresenta uma forte correlação com a taxa metabólica basal (TMB). Em idosos, HUNTER *et al.* (2000) demonstraram um menor gasto energético em repouso, pelo menos em parte, devido à natural diminuição da MCM com a idade. Em mulheres obesas (PHINNEY *et al.*, 1988, VAN DALE *et al.*, 1987, WARWICK; GARROW, 1981), a dieta de restrição alimentar, mesmo acompanhada de treinamento aeróbio, não foi capaz de prevenir a diminuição da taxa metabólica de repouso (TMR).

Assim, esses estudos sugerem tanto um menor gasto energético diário (GED) por meio da diminuição da MCM e, conseqüentemente, da TMB, quanto uma menor chance de manutenção de um menor peso corporal que se houvesse atingido

apenas com dieta alimentar ou com uma dieta alimentar acompanhada de um programa de exercício físico aeróbio.

Para diminuir a perda da MCM, no caso de grandes modificações da MC ou para aumentá-la, a adição de exercícios de força e resistência muscular a programas de redução de peso para crianças e adolescentes obesos vem sendo estudada (SCHWINGSHANDL,1999). Porém, alguns estudos em adultos têm demonstrado que apenas o treinamento de força (TF) pode não ser capaz de promover alterações na composição corporal como demonstraram Lemmer *et al.* (2001). Após 24 meses de treinamento de força, houve aumento da MCM e da TMR, porém sem mudanças na MC e na GC. Outro estudo (VAN ETTEN *et al.*, 1997) em adultos utilizando o treinamento de força durante 18 semanas mostrou aumento da MCM no grupo experimental (EXP) em relação ao grupo controle (CON), mas não houve aumento na taxa metabólica do sono, e a MC e a GC comportaram-se da mesma forma nos dois grupos. Apesar de o treinamento de força promover o aumento da força muscular, importante para uma maior facilidade e melhor realização de atividade física espontânea ou sistemática em grupo de obesos, é importante a adição do treinamento aeróbio para resultados na diminuição da MC e da GC.

Em adolescentes obesos, os treinamentos aeróbio e de condicionamento muscular (força e resistência) em conjunto, que chamaremos nesta dissertação treinamento misto (TM), poderiam proporcionar aumentos na MCM, nos parâmetros cardiorrespiratórios, na força muscular e diminuição na GC. Conseqüentemente, por meio do aumento da MCM, poder-se-ia aumentar a TMB. Como a TMB representa a maior porcentagem do GED de um indivíduo, em torno de 60 a 75% do gasto energético total (McARDLE *et al.*, 2001, POELHMAN, 1989), torna-se importante identificar formas de potencializar o seu aumento para facilitar a perda da MC. O TM

já vem sendo realizado e indicado em programas de aumento de força muscular e de perda de peso corporal para crianças e adolescentes obesos (BLIMKIE, 1989, FAIGENBAUM, 2000, LEMURA; MAZIEKAS, 2002, PIKOSKY *et al.*, 2002, SOTHERN *et al.*, 2000).

Além da melhora na composição corporal e no gasto energético, o treinamento físico é importante para incrementos na aptidão cardiorrespiratória de adolescentes obesos (GUTIN *et al.*, 2002). O aumento da força em membros inferiores poderia ajudar no incremento do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x.}$), já que um limitador dos testes aeróbios máximos é a fadiga periférica (McARDLE *et al.*, 1998).

Porém, existem alguns estudos contraditórios, como o de Blaak *et al.* (1992) com meninos obesos submetidos a um mês de treinamento aeróbio, o qual não demonstrou aumento no $VO_{2m\acute{a}x.}$ absoluto, relativo a MC e a MCM, apesar do aumento na MCM; e como o de Gutin *et al.* (2002), o qual, contrariamente, mostrou ganhos no VO_2 em um grupo de adolescentes obesos submetidos a oito meses de treinamento aeróbio, bem como mudança de comportamento comparados a um grupo de mudança de comportamento, mesmo sem aumentos da MCM.

Muitos estudos que avaliaram a composição corporal, a TMB e o pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}) de crianças e adolescentes não tiveram um grupo CON, o que dificulta o entendimento do comportamento dessas variáveis, pois essa é uma fase de grandes modificações corporais. Não é de nosso conhecimento a existência de intervenções com meninos obesos, com TM em circuito, grupo CON e a utilização de um método acurado de composição corporal (DEXA), que tenha avaliado a TMB e o VO_{2pico} .

1.1 PROBLEMA

Este estudo quer responder a seguinte pergunta: Qual é o comportamento da composição corporal, da TMB e do $VO_{2\text{pico}}$ após um programa de TM em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade?

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento da composição corporal, da TMB e do $VO_{2\text{pico}}$ após um programa de um TM em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar o comportamento da MCM em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade após um programa de TM.
- b) Analisar o comportamento do %GC em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade após um programa de TM.
- c) Analisar o comportamento da TMB em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade após um programa de TM.
- d) Analisar o comportamento do $VO_{2\text{pico}}$ em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade após um programa de TM.
- e) Analisar o comportamento da força muscular em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade após um programa de TM.

1.4 HIPÓTESES

H₁ – Meninos com sobrepeso ou obesidade submetidos a um programa de TM apresentarão aumentos na MCM quando comparados a meninos não-treinados;

H₂ – Meninos sobrepeso ou obesidade submetidos a um programa de TM apresentarão reduções no %GC quando comparados a meninos não-treinados;

H₃ – Meninos sobrepeso ou obesidade submetidos a um programa de TM apresentarão aumentos na TMB quando comparados a meninos não-treinados;

H₄ - Meninos sobrepeso ou obesidade submetidos a um programa de TM apresentarão aumentos de $VO_{2\text{pico}}$ quando comparados a meninos não-treinados;

H₅ - Meninos sobrepeso ou obesidade submetidos a um programa de TM apresentarão aumentos de força muscular quando comparados a meninos não-treinados.

1.5 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

TREINAMENTO MISTO - Programa de treinamento físico realizado em forma de um circuito e composto por exercícios de força muscular intercalados com atividades aeróbias, durante 16 semanas, três vezes por semana e durante uma hora.

MASSA CORPORAL MAGRA – Massa de músculos e quaisquer outros tecidos excluindo lipídios, tecido adiposo e conteúdo mineral ósseo, avaliada na presente dissertação por meio de Absortometria Radiológica de Dupla Energia – DEXA (Dual-Energy X-Ray Absorptiometry).

GORDURA CORPORAL – Massa corporal total de tecido adiposo medida neste estudo por meio da DEXA.

TAXA METABÓLICA BASAL – Quantidade de energia gasta para a manutenção das atividades vitais do organismo. Medida, nessa dissertação, por meio da coleta direta de gases.

POTÊNCIA AERÓBIA – Foi analisada neste estudo pelo pico de consumo de oxigênio, mediante a coleta direta de gases em cicloergômetro, seguindo o protocolo de McMaster (BAR-OR, 1983).

FORÇA MUSCULAR – Nesta dissertação, a força muscular foi expressa pela força dinâmica máxima, representada pela carga máxima deslocada no teste de uma repetição máxima (1RM).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO DA OBESIDADE

O sobrepeso e a obesidade ocorrem quando há uma maior ingestão em relação ao gasto energético. Sobrepeso é uma condição em que a MC excede a da média da população, para um gênero, uma estatura e uma complexão física determinados (POLLOCK; WILMORE, 1993); e obesidade refere-se ao acúmulo anormal ou excessivo de gordura no organismo, levando a um comprometimento da saúde. Geralmente, o excesso de MC acompanha a obesidade, mas existe uma parcela da população com sobrepeso a qual apresenta quantidade de gordura corporal normal (POLLOCK; WILMORE, 1993).

Dentre os métodos utilizados para classificar os indivíduos com sobrepeso e obesidade, destaca-se o Índice de Massa Corporal (IMC). O IMC, proposto por Jacques Quetelet no século XIX, equivale à razão entre o peso corporal, expresso em quilogramas, e a estatura, expressa em metros, elevada ao quadrado (kg/m^2) e tem sido largamente utilizado em estudos clínicos e epidemiológicos em função de sua praticidade e alta correlação com índices de morbimortalidade (BRAY, 1992).

Os pontos de corte para sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes utilizados no presente estudo foram os de Cole *et al.* (2000), que classificam como

com sobrepeso os indivíduos com o IMC acima do percentil 85 e como obesos os indivíduos acima do percentil 95. Esse critério utiliza pontos de corte de IMC por idade e sexo, calculados a partir de curvas de diversos estudos populacionais, inclusive do Brasil, e é utilizado pela Força Tarefa Internacional de Obesidade, da Organização Mundial da Saúde (OMS).

2.2 OBESIDADE NO BRASIL E NO MUNDO

A obesidade na infância e na adolescência é uma doença que vem aumentando em todo o mundo, constituindo, individualmente e na comunidade, um problema de saúde pública (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 1998). Nos Estados Unidos, já atinge cerca de 22 a 27% de crianças e adolescentes (TREUTH *et al.*, 1994). No Brasil, desde 1975 até 1997, o quadro geral de desnutrição vem sendo substituído pela obesidade, conforme Tabela 1 (MONTEIRO *et al.*, 2002).

Tabela 1 - Desnutrição e obesidade nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil

	Desnutrição (%)		Obesidade (%)	
	Nordeste	Sudeste	Nordeste	Sudeste
1975	8,9	8,2	1,0	2,5
1989	4,9	3,9	2,5	7,3
1997	5,9	5,3	4,6	12,9

Dados do IBGE (2002-2003) revelaram que 40% da população adulta apresentam algum grau de excesso de peso, prevalência semelhante à de países de primeiro mundo, onde é considerada problema de saúde pública.

Entre os adolescentes, dados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição de 1989, utilizando parâmetros antropométricos, mostram uma prevalência de sobrepeso ou obesidade de 7,7%, com maior índice (10,5%) no sexo feminino (NEUTZLING *et al.*, 2000). Em relação às duas décadas passadas, o sobrepeso em crianças aumentou aproximadamente 100% (de 7 para 13%) e quase 300% na população de adolescentes norte-americanos (de 5 para 14%) (BAR-OR *et al.*, 1998, NCHS, 1999). Abrantes *et al.* (2002) apresentam uma menor prevalência de sobrepeso e obesidade na região Nordeste do Brasil do que na Sudeste, comparando um total de 7.260 crianças e adolescentes de ambas regiões (ver Tabela 2).

Tabela 2 - Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil

	Sobrepeso (%)		Obesidade (%)	
	Nordeste	Sudeste	Nordeste	Sudeste
Criança	*	*	8,2	11,9
Adolescente	6,6	10,4	4,2	1,7

*A OMS não apresenta definição de sobrepeso para crianças

2.3 OBESIDADE NA CRIANÇA E NO ADOLESCENTE

A obesidade iniciada na infância tem pior prognóstico em relação às complicações e à morbimortalidade, e é mais difícil de ser tratada (CLAO, 1998).

A adolescência pode ser definida como uma fase de transição entre a infância e a idade adulta, compreendendo a faixa cronológica entre 10 e 20 anos (OMS, 1989). Pode ser chamada também de puberdade, sendo classificada no estágio maturacional 3, 4 e 5, segundo Tanner (1962). É caracterizada por profundas transformações biológicas e psicossociais que envolvem crescimento e

desenvolvimento intensos.

A obesidade é de etiologia multifatorial, ou seja, pode ser originada por diversas causas: genéticas, fisiológicas, ambientais e comportamentais (prática alimentar; atividade física; fatores culturais, econômicos e sociais; e estrutura familiar) e psicológicas (TROIANO *et al.*, 1995, CLAO, 1998). Dentre essas, a história familiar é um importante determinante de ocorrência da obesidade. Uma criança com pais obesos tem 80% de chance de apresentar o mesmo perfil, e esse risco cai pela metade se só um dos pais for obeso. Se nenhum dos pais apresentar obesidade, a criança tem 7 a 14% de risco de tornar-se obesa (CLAO, 1998). Apesar de todas as pesquisas, é ainda difícil definir o quanto da influência da família decorre da herança genética e o quanto é devido ao ambiente familiar onde a criança está inserida.

2.3.1 Sedentarismo

Dentre os fatores de comportamento que facilitam o quadro de sobrepeso e obesidade, o sedentarismo é muito importante. A criança e o adolescente tendem a ficar obesos quando sedentários, e a própria obesidade poderá torná-los ainda mais sedentários (ANDERSEN *et al.*, 1998, BAR-OR *et al.*, 1998). Um estudo (MATSUDO *et al.*, 1997) realizado com escolares de baixo nível socioeconômico evidenciou que o tempo gasto assistindo televisão (TV) tem correlação negativa significativa com a potência aeróbia ($r=-0,52$) e a força de membros inferiores ($r=-0,28$), e correlação positiva significativa com a adiposidade ($r=0,27$). Além disso, DELANY *et al.* (1995) demonstraram que obesos são mais sedentários que seus pares não-obesos. Mikami *et al.* (2003) mostraram que meninos japoneses obesos de 11 a 12 anos de idade apresentaram menor quantidade de passadas diárias, analisadas por meio de pedômetros, e maior tempo gasto em atividades sedentárias, comparados com

meninos não-obesos.

Dados mostram que 20% de norte-americanos de 8 a 16 anos de idade realizam duas ou menos sessões de atividade física vigorosa por semana, e mais de 25% deles assistem TV pelo menos quatro horas por dia (ANDERSEN *et al.*, 1998). Segundo dados do Programa Agita São Paulo (1998), cerca de 69,3% da população é sedentária, sendo que a influência dos pais sobre o nível de atividade física dos filhos é muito grande. Estudos com adolescentes (MATSUDO *et al.*, 1998, NATHAN *et al.*, 1996) têm demonstrado a diminuição da prática da atividade física.

MATSUDO *et al.* (1998) constataram que apenas 42,7% das adolescentes de baixo nível socioeconômico e 64,3% de alto nível socioeconômico são regularmente ativas. Estudos desenvolvidos com crianças e adolescentes no estado de São Paulo (MATSUDO; MATSUDO, 1994, MATSUDO *et al.*, 1997, MATSUDO *et al.*, 1998) verificaram que as meninas de alto e baixo níveis socioeconômicos gastam, em média, 3,9 a 4 horas por dia assistindo TV. Além de ser uma atividade sedentária, o problema do tempo gasto em frente à TV é que, na maioria das vezes, ele está associado ao consumo de alimentos pouco saudáveis.

A obesidade na infância e na adolescência tende a prolongar-se pela vida adulta, sendo que cerca de 40% das crianças obesas tornam-se adolescentes obesos, e 80% dos adolescentes obesos tornam-se adultos obesos (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2003, CLAO, 1998, TROIANO *et al.*, 1995).

2.4 CONSEQUÊNCIAS E CONTROLE DA OBESIDADE

Muitos problemas de saúde decorrem da obesidade. Em crianças e adolescentes, vários autores (BAR-OR *et al.*, 1998, BRAY, 1992, COLE *et al.*, 2000, FREEDMAN *et al.*, 1999, TREUTH *et al.*, 1994; WHO, 2003) têm relatado uma

associação entre a obesidade e um maior risco para doenças cardiovasculares, hiperlipidemia, hiperinsulinemia, hipertensão arterial sistêmica, aterosclerose, *diabetes mellitus* não-insulino-dependente, diminuição de hormônios do crescimento, desordens respiratórias, problemas ortopédicos e alguns tipos de câncer. O indivíduo obeso também sofre psicologicamente e socialmente (BAR-OR *et al.*, 1998).

Devido a todos os problemas para a saúde gerados pelo sobrepeso e pela obesidade, são necessários programas de prevenção, controle e diminuição do peso corporal. Entre esses programas, a dieta de restrição alimentar é bastante utilizada, porém a aderência a longo prazo a esse tipo de programa é baixa (WARDLE, 1996). Além disso, estudos em adultos e crianças (GORAN *et al.*, 2000, SARIS, 1993, ZWIAUER *et al.*, 1992) têm demonstrado problemas com a dieta alimentar restritiva, que pode provocar déficits nutricionais e prejuízos à manutenção da perda de peso a longo prazo devidos à diminuição da MCM e da TMB. A perda de peso por meio da dieta alimentar restritiva pode ocorrer à custa de 50% ou mais da MCM, causando perda de força muscular, que pode ocasionar sensação de fadiga e redução da TMB - ambos trazendo efeitos deletérios para o sucesso na perda de peso (WADDEN *et al.*, 1990).

Com o objetivo de verificar se o treinamento físico conserva a MCM em homens e mulheres acima do peso durante dieta alimentar para perda de peso, Garrow e Summerbell (1995) mostraram que a perda de 10 kg de MC pela dieta é acompanhada da perda de MCM de 2,9 kg em homens e 2,2 kg em mulheres. Quando essa perda é alcançada por meio de exercício e restrição calórica, a diminuição da MCM reduz para 1,7 kg no homem e na mulher.

Um estudo (RAVUSSIN *et al.*, 1985) com adultos obesos analisou a TMR e a composição corporal antes e após 10 a 16 semanas de redução de peso por meio de dieta alimentar hipocalórica (3.515 a 4.723 kJ/d, ou 841 a 1.130 kcal/d). A média

de diminuição do peso foi de 12,6 kg (13%), e houve diminuição da MCM. Quando expressa em valores absolutos, a TMR diminuiu durante a dieta de 7.298 para 6.621 kJ, ou 1.746 para 1.584 kcal/d; e não houve mudança quando ajustada pela MCM. Em outro estudo, Ravussin *et al.*, (1988) analisaram índios americanos cujo GED correlacionou-se com as mudanças na composição corporal no período de dois anos ($r=-0,39$; $p<0,001$). O risco de aumento de mais de 7,5 kg na MC foi aumentado quatro vezes nas pessoas com menor GED comparado ao daquelas com alto GED ($p<0,01$). Em outros 126 sujeitos, a TMR foi a maior preditora do aumento na MC nos quatro anos seguintes ($p<0,02$). Quando os 15 sujeitos que aumentaram mais que 10 kg foram comparados com os 111 indivíduos que restaram, os valores da TMR foram menores nos primeiros e maiores nos últimos ($p<0,02$). Os autores concluíram que valores menores da TMR e do GED podem contribuir para a obesidade.

Bessard *et al.* (1983) compararam o GED de mulheres obesas e não-obesas e reavaliaram cinco mulheres do grupo de obesas que diminuíram 12,1 kg (14%) de MC após 11 semanas de dieta hipocalórica. Os GEDs total (2.208 kcal/d) e basal (1.661 kcal/d) foram significativamente maiores nas obesas do que nas não-obesas (1.746 e 1.230 kcal/d, respectivamente). Após a diminuição da MC no grupo de obesas, os valores de GED total e basal foram reduzidos significativamente (2.009 e 1.423 kcal/d, respectivamente), mostrando que há diminuição da TMB com dieta alimentar restritiva.

Zwiauer *et al.* (1992) mediram a TMR e a composição corporal de 14 crianças obesas antes, durante três semanas de dieta hipocalórica (733 kcal/d ou 3.063 kJ/d) e um ano após esse período. A diminuição inicial da MC (5,8 kg) resultou em uma diminuição de 17% da TMR ($p<0,001$) e de 3,1 kg da MCM ($p<0,001$). Antes da perda de peso e após os 12 meses, a TMR correlacionou-se positivamente com a

MCM. Mudanças na TMR após as três semanas do programa de perda de peso e um ano após esse período foram positivamente correlacionadas com mudanças na MCM. Esses dados indicam que a MCM tem papel crucial na TMR de crianças obesas.

Devido a perda da MCM e suas conseqüências advindas da dieta alimentar, a atividade física é bastante indicada na prevenção e no tratamento do sobrepeso e da obesidade. A atividade física e a aptidão física (capacidade de realizar atividade física) são importantes modificadoras de morbimortalidades relacionadas ao sobrepeso e à obesidade. Existem fortes evidências de que níveis moderados a altos de aptidão física proporcionam uma redução substancial nos riscos de desenvolver doenças cardiovasculares; e esses benefícios ocorrem não apenas para grupos de obesos, mas independentemente do IMC. Estudos em adultos enfatizam o papel da atividade física regular na prevenção do sobrepeso e da obesidade, e em todos os riscos que estes trazem à saúde, independentemente dos seus efeitos no peso corporal (GOLDSTEIN, 1992, KATZEL *et al.*, 1995). Assim, vários estudos foram realizados para verificar o papel da atividade física em relação à obesidade.

BLAIR *et al.* (1995) e LAKKA *et al.* (1994) mostraram em adultos, maior proteção no risco de doenças cardiovasculares e menor risco de excesso de peso entre pessoas que se engajam regularmente em moderadas a grandes quantidades de atividade física.

Crianças e adolescentes obesos submetidos a exercício físico (BAR-OR, 2003, KANG *et al.*, 2002, SUNG *et al.*, 2002) têm demonstrado diminuição no risco para doenças cardiovasculares, benefícios na composição corporal, na pressão arterial sangüínea, na sensibilidade à insulina, nos níveis de triglicerídeos e colesterol séricos, no condicionamento físico e em fatores psicológicos.

Ballor *et al.* (1988) verificaram os efeitos individual e combinado do treinamento de força na força e na composição corporal de mulheres obesas. As mulheres foram randomizadas para um dos quatro grupos de intervenção de três vezes por semana, durante oito semanas: grupo CON; apenas dieta (D); dieta e treino de força (DTF); e treino de força (TF). A MC diminuiu nos grupos D (-4,5 kg) e DTF (-3,9 kg) comparada com a do CON (-0,4 kg) e do TF (0,5 kg). A MCM aumentou no grupo TF (1,1 kg), comparada com a do D (-0,9 kg) e do CON (-0,3 kg); e no grupo DTF (0,4 kg), comparada com a do D. A área muscular de braço aumentou nos grupos DTF (11 cm²) e TF (10 cm²), comparada com a do CON (3 cm²) e a do D (2 cm²). Mesmo no grupo TF, sem restrição calórica, houve diminuição de 3,4 no %GC e aumento de 2,3% na MCM; e a força aumentou de 35 para 40 kg no teste de 1RM de supino. Concluiu-se que, com a adição do treinamento de força à restrição calórica (DTF), houve a manutenção da MCM, comparada à do grupo que realizou apenas a dieta alimentar (D); e que o TF resultou em maiores ganhos de área muscular e de força para os grupos DTF e TF.

Becque *et al.* (1988) mostraram os efeitos da atividade física nos fatores de risco para doenças coronárias (triglicerídeos, HDL, colesterol total, pressões arteriais sistólica e diastólica, capacidade máxima de trabalho, obesidade e presença de doença coronária na família) de 36 adolescentes obesos. Destes, 97% tinham quatro ou mais fatores de risco. Os adolescentes foram randomizados em grupo CON, grupo de dieta e mudança de comportamento (DC), ou grupo de exercício, dieta e mudança de comportamento (TDC), durante 20 semanas. Houve uma redução de 14,8% nos fatores de risco no grupo DC e de 41,4% no grupo TDC. Não foi encontrada diferença entre o CON e o DC. Já o TDC reduziu o fator de risco mais do que os outros grupos. Concluiu-se que o exercício físico regular foi importante na diminuição dos fatores de risco de doenças coronárias de adolescentes obesos.

Um estudo (KANG *et al.*, 2002) randomizou 80 obesos de 13 a 16 anos de idade para oito meses de intervenção. O grupo de mudança de comportamento (C) realizou reuniões duas vezes por semana, e os grupos mudança de comportamento e treino moderado (CTM), e mudança de comportamento e treino intenso (CTI), além das reuniões realizadas duas vezes por semana, participaram de treinamento aeróbio cinco vezes semanais. O CTI apresentou maiores benefícios do que o C nos níveis de triglicérides (T), colesterol total/lipoproteína de alta densidade (CT/HDL) e pressão diastólica. Os grupos CTM e CTI foram reunidos e comparados com o C. Houve benefícios significativos entre os valores de T, lipoproteína de densidade muito baixa e CT/HDL nos grupos que treinavam regularmente comparados ao grupo C. Concluiu-se que o treinamento físico, especialmente o intenso, mostrou efeitos favoráveis em vários marcadores de resistência à insulina em adolescentes obesos.

2.5 EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO NO GASTO ENERGÉTICO DIÁRIO E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Além de todos os benefícios para a saúde geral, a atividade física regular é importante no GED e na composição corporal (SARIS, 1993, WHO, 2003).

O GED é composto de três componentes principais: 1) a TMB; 2) o efeito térmico alimentar (ETA); e 3) o efeito térmico da atividade física (ETAF). O primeiro constitui de 60 a 75% do GED e está associado com a manutenção da maioria das funções corporais. O ETA é o aumento cumulativo no gasto energético após as refeições e constitui aproximadamente 10% do GED. O ETAF é o componente com maior variação no GED e pode constituir de 15 a 30%. O ETAF inclui o gasto energético relativo ao trabalho físico, à atividade muscular e ao exercício físico

(McARDLE *et al.*, 2001, POELHMAN, 1989).

O GED influencia diretamente a composição corporal. A composição corporal, compreendida em MCM e massa de GC, pode ser alterada com programas de treinamento físico. Assim, como há alta correlação significativa entre as mudanças na TMB e a MCM (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998, RODRIGUEZ *et al.*, 2002), e como a MCM é mais ativa metabolicamente do que o tecido adiposo, tem sido proposto que o exercício físico pode aumentar o GED e preservar ou aumentar a MCM resultante da perda de peso, ajudando a manter ou aumentar a TMB (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM, 2000, DOLEZAL; POTTEIGER, 1998, McARDLE *et al.*, 2001, POEHLMAN, 1989). Por meio da perda da MCM, pode ocorrer um posterior aumento ou retorno da MC, devido à conseqüente redução no GED. Assim, a atividade física objetivando a manutenção ou o aumento da MCM e a diminuição da GC parece ser o melhor preditor de sucesso na manutenção do peso e do emagrecimento (SARIS, 1993, WILFLEY; BROWNELL, 1994). Dessa forma, torna-se necessário estudar tipos de treinamento físico que objetivem benefícios na composição corporal de obesos.

2.6 OS TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E NA TAXA METABÓLICA BASAL

2.6.1 Treinamento Aeróbio

Programas de treinamento físico utilizando exercícios aeróbios geralmente demonstram diminuição da MC e da GC total, mas não trazem ganhos na MCM (GARROW; SUMMERBELL, 1995). Intervenções com mulheres obesas (PHINNEY *et al.*, 1988, VAN DALE *et al.*, 1987, WARWICK; GARROW, 1981) mostraram que a dieta de restrição alimentar acompanhada de treinamento aeróbio não foi capaz de

prevenir a diminuição da TMR.

Um estudo (OWENS *et al.*, 1999) com crianças obesas sem dieta alimentar e com treinamento aeróbio (40 min, cinco vezes por semana, durante quatro meses) demonstrou um aumento da MCM ($p < 0,05$) e uma diminuição da MC, do %GC e da gordura abdominal subcutânea ($p < 0,01$), quando comparadas ao grupo CON.

BLAAK *et al.* (1992) em meninos obesos não demonstraram mudanças na MC (52,7 vs. 52,9 kg) nem no %GC (32,4 vs. 31,7) após um mês de treinamento aeróbio, com 45 min na bicicleta ergométrica, a 50-60% do $VO_{2máx}$. predeterminado. A MCM aumentou significativamente; porém não houve aumento concomitante na taxa metabólica do sono nem na TMR. Esse estudo, como vários outros (DEFORCHE *et al.*, 2003, DENADAI *et al.*, 1998, FIGUEROA-COLON *et al.*, 1998), apresentou como limitação a falta de um grupo CON. Assim, o aumento da MCM pode ter ocorrido devido ao crescimento e ao desenvolvimento físico naturais na infância e na adolescência (MALINA; BOUCHARD, 1991). Esse crescimento físico natural pôde ser demonstrado com meninas obesas (GUTIN *et al.*, 1995) utilizando a DEXA. Nesse estudo, um grupo reuniu-se uma vez por semana para incentivo a modificações nos hábitos de vida; enquanto que outro grupo realizou atividade física aeróbia cinco dias por semana, durante 10 semanas. Os dois grupos demonstraram aumentos significativos na MCM.

Crianças e adolescentes obesos (FIGUEROA-COLON *et al.*, 1998) com atividade física de natureza aeróbia e dieta alimentar, demonstraram a manutenção da MCM e a diminuição da MC e do %GC. Esse estudo não apresentou um grupo CON. Da mesma forma, sem grupo CON, Denadai *et al.* (1998) com crianças e adolescentes obesos brasileiros mostraram aumento da MCM e diminuição da MC e de GC após nove meses de dieta alimentar e treinamento aeróbio duas vezes semanais. Assim, é difícil afirmar se os resultados decorreram da intervenção, do

desenvolvimento corporal natural ou das mudanças sazonais.

Um estudo (GATELY *et al.*, 2000) com crianças obesas foi realizado em uma colônia de férias, com atividades predominantemente aeróbias que ocorriam durante uma hora e 30 minutos, cinco vezes ao dia, durante oito semanas; dieta alimentar de 1.400 kcal/d; e reuniões para mudança de comportamento e hábitos. Houve resultados positivos ($p < 0,001$) entre os participantes, na diminuição da MC, do IMC e do %GC, e no aumento do desempenho aeróbio e das medidas psicométricas de auto-estima. Mas, como a MCM não foi medida, pode haver ocorrido até mesmo a sua diminuição, além de ser difícil para uma criança obesa seguir uma dieta de 1.400 kcal/d no dia-a-dia.

Gutin e colegas (2002) dividiram adolescentes obesos em dois grupos: um com reuniões para mudança no comportamento (C) e outro com o mesmo procedimento mais a atividade física aeróbia (CT), durante oito meses. O CT diminuiu o %GC comparado ao C; porém não houve diferença na MC e na MCM entre os dois grupos.

Eliakim *et al.* (2002) compararam crianças e adolescentes obesos submetidos a um programa de intervenção de 3 a 6 meses com um grupo CON. O programa consistiu em exercícios aeróbios, dieta alimentar e palestras para mudança de comportamento. A MC e o IMC foram reduzidos no grupo submetido ao programa e aumentados no grupo CON. A MCM e o %GC não foram relatados nesse estudo.

Recentemente, Deforche *et al.* (2003) com adolescentes obesos que seguiram 10 semanas de dieta alimentar e exercícios aeróbios, sem grupo CON, mostraram a diminuição da GC e da MCM. Os autores sugeriram a adição do treinamento de força com o objetivo de preservar a MCM.

2.6.2 Treinamento de Força

Atualmente, verifica-se que o treinamento de força pode manter ou aumentar a MCM e, conseqüentemente, a TMB em crianças e adolescentes. Assim, por seus benefícios a longo prazo, ele tem sido realizado e incentivado a ser incluído no tratamento da obesidade (BAR-OR, 2003, DEFORCHE *et al.*, 2003, EPSTEIN *et al.*, 1996, PIKOSKY *et al.*, 2002, SOTHERN *et al.*, 2000, TREUTH *et al.*, 1998a e b).

A força é a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento em uma determinada velocidade de movimento (KNUTTGEN; KRAMER, 1987), e é uma condição fisiológica para uma saúde ideal e uma boa qualidade de vida (McARDLE *et al.*, 2001, WEINECK, 1991, POLLOCK; WILMORE, 1993).

O processo de aumento da força ocorre, inicialmente, por uma adaptação neurológica, mediante o aumento da ativação da unidade motora (OZMUN *et al.*, 1994); e, depois, por um aumento da massa muscular (BLIMKIE, 1989). Até o início da puberdade, tem-se demonstrado que o treinamento de força é incapaz de aumentar a massa muscular (componente da MCM) em razão dos baixos níveis hormonais de andrógenos (FAIGENBAUM, 1993, OZMUN *et al.*, 1994, RAMSAY *et al.*, 1990), já ocorrendo o aumento da massa muscular a partir da puberdade (VRIJENS, 1978).

Faigenbaum e Westcott (2001) definem treinamento de força como um meio planejado e progressivo de exercícios, com carga apropriada, que se deve aumentar gradualmente, à medida que o sistema musculoesquelético fica mais forte.

Em adultos, o ACSM (2000 e 2001) recomenda que o treinamento de força acompanhe o treinamento aeróbio em indivíduos acima do peso e obesos, pois, além de todos os benefícios para a composição corporal, a TMB e a saúde em geral, ele aumenta a força e a resistência muscular. A força e a resistência muscular são

importantes para indivíduos obesos, pois possibilitam um estilo de vida mais ativo, já que viabilizam a realização das tarefas funcionais diárias, como, por exemplo, levantar da cadeira, carregar compras e sustentar seu próprio peso corporal.

Estudos de Treuth e colegas (1998a e b) com meninas pré-púberes obesas examinou os efeitos de um grupo que realizou treinamento de força (TF) durante 20 min, três vezes por semana e durante 5 meses, comparado a um grupo CON de não-obesas (GCO). Foram avaliados a MC, os tecidos adiposos intra-abdominal e subcutâneo, o %GC, a MCM, a TMR, a taxa metabólica de sono, a força e o $VO_{2\text{pico}}$. Houve aumentos significativos nos dois grupos quanto à MC, à GC, à MCM e ao tecido adiposo abdominal subcutâneo. Apenas o tecido adiposo intra-abdominal permaneceu inalterado no TF, enquanto que aumentou no GCO. A TMR aumentou igualmente nos dois grupos, e não houve modificação da mesma quando ajustada pela MC ou pela MCM. A força aumentou no TF. O $VO_{2\text{pico}}$ aumentou nos dois grupos, porém não quando covariado pela MC ou pela MCM. É possível que a curta duração da sessão de treinamento, que foi de 20 min, tenha sido insuficiente para provocar diferenças significativas na composição corporal entre os grupos, apresentando, assim, resultados similares na TMR. Os autores sugeriram, então, a realização de estudos com crianças obesas, combinando o treinamento de força com o treinamento aeróbio, com o fim de aumentar o gasto energético e a força muscular, e beneficiar o metabolismo geral.

SCHWINGSHANDL *et al.* (1999) analisaram o efeito da dieta com o treinamento de força (DF) e apenas a dieta (D) na composição corporal de crianças e adolescentes obesos. O grupo DF obteve aumento na MCM comparada à do grupo D ($p=0,01$); e, após um ano, essa mudança na MCM foi inversamente correlacionada com mudanças na MC ($r=-0,44$; $p<0,05$). Esses resultados demonstram a importância da MCM na prevenção do retorno da MC depois da sua diminuição.

Estudos compararam os treinamentos aeróbio e de força muscular em relação à MCM. Uma metanálise de Garrow e Summerbell (1995) mostrou que, em homens, o treinamento aeróbio sem restrição alimentar causou perda de 3 kg de MC em 30 semanas, mas com pequeno efeito na MCM, comparado a grupo CON de sedentários. Já o treinamento de força demonstrou pequena diminuição de MC, mas aumentou a MCM em cerca de 2 kg, mostrando a importância do TM. Outro estudo (BROEDER *et al.*, 1992) analisou a MCM e a TMR de homens de 18 a 35 anos de idade quando comparou um grupo CON, um grupo de treinamento aeróbio e um grupo de força muscular (TF) após 12 semanas. Os dois grupos de treinamento demonstraram declínio na MC comparado ao grupo CON, sendo que o grupo TF aumentou a MCM, e o grupo de treino aeróbio apenas manteve a MCM. Apesar de os dois tipos de treinamento prevenirem a diminuição da TMB, apenas o treinamento de força aumentou a MCM.

POEHLMAN *et al.* (2002) compararam um grupo de treinamento aeróbio, um grupo de força muscular (TF) e um grupo CON, todos de mulheres jovens não-obesas. Não houve diferença de MC, GC e IMC entre os três grupos após seis meses. A MCM aumentou ($p < 0,05$) apenas no grupo TF, não havendo diferença entre os grupos de treino aeróbio e CON; e apenas o grupo de treino aeróbio aumentou o $VO_{2máx}$ (em 18%). O grupo TF aumentou em 29, 39, 29 e 27% seu valor de 1RM nos exercícios de pressão de pernas, supino, pressão de ombros e remada. A TMR aumentou apenas no grupo TF, mas não quando ajustada pela MCM.

Um estudo de Sothorn *et al.* (2000) avaliou 19 obesos pré-adolescentes, de 7 a 12 anos de idade, que foram submetidos a 10 semanas de um programa de redução de peso incluindo dieta, modificação comportamental e exercícios que incluíam força muscular (TF). O grupo CON (n=48) realizou dieta, modificação comportamental e caminhadas três vezes por semana. A aderência ao programa do

grupo TF foi de 78,9%; e a do grupo CON, de apenas 35%. Nos dois grupos, a MC e o IMC diminuíram significativamente após as 10 semanas e não aumentaram significativamente após o ano seguinte. No grupo TF, o %GC diminuiu significativamente, enquanto que a MCM não mudou significativamente. Dessa forma, o treinamento de força melhorou a aderência ao programa e foi seguro para pré-adolescentes obesos.

Os três últimos estudos demonstram a importância do treinamento de força muscular para o aumento da MCM em adultos e crianças. Isso poderia ser extrapolado para crianças e adolescentes obesos, na tentativa de manutenção da diminuição da MC a longo prazo, já que a MCM foi inversamente correlacionada com o retorno da MC nesses grupos (SCHWINGSHANDL; BORKENSTEIN, 1995, SCHWINGSHANDL *et al.*, 1999).

Em crianças e adolescentes obesos, existem estudos analisando a importância da MCM como fator de predição de retorno da MC diminuída após programas de perda de peso. Recentemente, RODRÍGUEZ *et al.* (2002) compararam crianças e adolescentes obesos e não-obesos, onde a MCM foi o principal determinante da TMB, explicando 72,3 e 73,1% da variabilidade da TMB em obesos e não-obesos, respectivamente. Schwingshandl e Borkenstein (1995) tiveram como objetivo analisar a MCM antes e após três semanas de um programa para diminuição do peso de 19 meninos e 22 meninas, obesos de 8,5 a 14,8 anos de idade. A média de peso para altura e a GC diminuíram significativamente após a intervenção: 12 e 4,5%, respectivamente. A mudança na GC foi inversamente correlacionada com a mudança na MCM ($r=-0,64$; $p=0,001$). Após quatro meses, 18 das 41 crianças foram reavaliadas, e o retorno na MC durante esse período foi inversamente correlacionado com a mudança na MCM durante o programa de redução de peso ($r=-0,55$; $p=0,018$).

Em relação à TMB, um estudo mostrou diminuição da TMR após o treinamento de força (GELIEBTER *et al.*, 1997). Esses autores analisaram a hipótese de que o treino de força, que estimula a hipertrofia muscular, ajudaria na preservação da MCM e da TMR durante uma dieta alimentar. Homens e mulheres adultos e moderadamente obesos foram randomizados em dieta mais treino de força (TF), dieta mais treino aeróbio (D+T) ou apenas dieta (D). A dieta constou de 70% da TMR, ou aproximadamente 5.174 kJ/d ou 1.238 kcal/d, durante oito semanas. O TF realizou exercícios de força progressivos para membros superiores e inferiores; e o D+T, exercícios em ergômetro de braço e perna, alternadamente, três vezes por semana. A diminuição da MC não diferiu entre os grupos (9 kg), mas o TF perdeu significativamente menos MCM e apresentou maior aumento ($p < 0,05$) da medida de braço flexionado e da força de preensão do que os outros grupos. A TMR diminuiu significativamente sem diferença entre os grupos. O TF reduziu a perda da MCM durante a dieta, mas não preveniu a queda na TMR.

Já outros estudos com adultos obesos (POEHLMAN *et al.*, 2002) e idosos não-obesos (HUNTER *et al.*, 2000, LEMMER *et al.*, 2001, PRATLEY *et al.*, 1994, TREUTH *et al.*, 1995) mostraram aumentos da TMR após treinamento de força. Esses aumentos da TMR em idosos ocorreram mesmo após o ajuste pela MCM, mostrando que existem outros fatores responsáveis pela sua elevação. Uma das possíveis respostas seria o aumento da ativação do sistema nervoso simpático, que poderia ocorrer mediante o treino de força ou de outro tipo de treinamento (PRATLEY *et al.*, 1994), como o TM. Hunter *et al.* (2000) realizaram 26 semanas de treino de força em idosos e demonstraram aumento na força (36%), na MCM (2 kg) e na TMR (6,8%); diminuição na GC; e manutenção da MC. Os autores atribuíram esse aumento da TMR, em parte, ao aumento da MCM.

Lemmer *et al.* (2001) compararam os efeitos da idade e do gênero em resposta ao treino de força na TMR e na composição corporal, antes e após 24 semanas, em 10 homens e nove mulheres jovens (20-30 anos), e 11 homens e 10 mulheres idosos (65-75 anos). Quando todos os sujeitos foram analisados conjuntamente após o treinamento, em valores absolutos ou covariados pela MCM, a TMR aumentou significativamente em 7% (5.956 vs. 6.357 kJ/d ou 1.425 kcal/d vs. 1.521 kcal/d; $p < 0,005$); quando dividida pela faixa etária, aumentou 7% nos jovens (6.458 vs. 6.750 kJ/d ou 1.545 kcal/d vs. 1.615 kcal/d; $p < 0,01$) e idosos (5.641 vs. 6.028 kJ/d ou 1.350 kcal/d vs. 1.442 kcal/d; $p < 0,05$), sem interação significativa entre as diferentes faixas etárias; e quando divididos por sexo, os homens apresentaram valores maiores de TMR comparados aos de mulheres. A conclusão foi que as TMRs absoluta e relativa em resposta ao treino de força foram influenciadas pelo gênero, mas não pela idade.

Em meninas pré-púberes obesas, Treuth *et al.* (1998b) não mostraram diferenças entre os aumentos na TMR entre o grupo EXP (cinco meses de treinamento de força de baixo volume) e o grupo CON.

2.6.3 Treinamento Misto

Por unir os benefícios dos treinos aeróbio e de força, o TM tem recebido atenção. Um estudo (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998) com homens fisicamente ativos comparou os efeitos de 10 semanas de treinamento em um grupo de treinamento aeróbio (TA), um de treinamento de força (TF) e um grupo combinando os treinamentos aeróbio e de força (TM). Enquanto o TA aumentou a potência aeróbia (13%) e o TF aumentou a força muscular (cerca de 24%), o TM aumentou esses dois componentes em uma menor magnitude (7 e 19%, respectivamente). O TF induziu a um aumento na MCM com um concomitante aumento na TMB; e o TA

induziu a diminuição da MC e da GC. O TM compartilhou esses benefícios, mostrando ser uma alternativa efetiva quando o objetivo é a diminuição da MC a curto e longo prazos. É importante sublinhar que o TF e o TM aumentaram a MCM e a TMB; enquanto que o TA não apresentou modificações.

Uma metanálise de LeMura e Maziekas (2002) mostrou que as melhores alterações na composição corporal em crianças e adolescentes obesos acontecem com o TM e quando se realizam exercícios de longa duração e baixa intensidade. Em adolescentes de ambos os sexos, com obesidade severa (12 a 16 anos de idade; IMC= 33,9; %GC=41,5%), Lazzer e colaboradores (2004), recentemente, analisaram os efeitos de um programa multidisciplinar de redução de peso na composição corporal e na TMB. O programa incluiu dieta alimentar moderada e TM durante nove meses. A composição corporal foi analisada pela DEXA; e a TMB, pela calorimetria indireta. Os adolescentes diminuíram 16,9 kg na MC; 15,2 kg na GC; e 1,8 kg na MCM ($p < 0,05$). Após o programa, a TMB diminuiu significativamente em 8,3% e, quando ajustada pela MCM, em 6,3%. Quando o grupo foi dividido por gênero, essa intervenção preservou a MCM apenas dos meninos.

Sothorn *et al.* (1999) realizaram 10 semanas de um programa de perda de peso, com dieta alimentar, exercícios aeróbios, de força e flexibilidade, e mudança de comportamento com crianças obesas (10,8 anos de idade). A MC e a GC diminuíram; e, apesar disso, a MCM e a TMR permaneceram inalteradas. Esse estudo também não apresentou um grupo CON.

Maiorama *et al.* (2000a e b) realizaram oito semanas de TM em circuito com idosos com insuficiência cardíaca (IMC de aproximadamente 28,6). Após o treinamento, os valores da composição corporal mantiveram-se, e o $VO_{2\text{pico}}$ e a força muscular aumentaram, além de outros benefícios alcançados na capacidade funcional e vascular.

Sung *et al.* (2002) compararam o perfil lipídico de crianças obesas randomizadas para seis semanas de intervenção em grupo de dieta e TM em circuito ou apenas dieta (900 a 1.200 kcal/d). Não houve redução na MC e no IMC, e o colesterol foi reduzido nos dois grupos. A MCM aumentou, e a razão LDL:HDL diminuiu (ambos significativamente) no TM, mostrando os benefícios desse tipo de treinamento.

Uma forma de organizar o TM é a utilização de um circuito de exercícios. O treinamento em circuito é organizado em forma de “estações”, em que há alternância de exercícios de membros superiores e inferiores, com um mínimo de descanso entre esses exercícios, visando, normalmente, ao condicionamento cardiorrespiratório (FLECK; KRAEMER, 1999, BOMPA, 2001). Poucos estudos foram encontrados com o TM em circuito.

2.7 OS TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NO PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO

O VO_2 é a capacidade de fixar, captar e transportar oxigênio. Ele é incrementado a partir de TM, exercícios aeróbios ou programas de treino de força em circuito que utilizem 10 a 15 repetições entre 50 e 70% de 1RM, com períodos curtos de descanso (FLECK; KRAEMER, 1999). Estudos vêm utilizando o VO_2 para avaliar a potência aeróbia em crianças e adolescentes (BLAAK *et al.*, 1992, DEFORCHE *et al.*, 2003, ELIAKIM *et al.*, 2002, GORAN *et al.*, 2000, GUTIN *et al.*, 2002, TREUTH *et al.*, 1998b).

A MCM tem um importante papel no VO_2 , mas alguns estudos são contraditórios. Blaak *et al.* (1992) com meninos obesos demonstraram o mesmo $VO_{2máx}$. absoluto, relativo à MC e à MCM, antes e após um mês de treinamento aeróbio, apesar do aumento na MCM. Assim também, Treuth e colaboradores (1998b), com meninas pré-púberes obesas após treinamento de força, mostraram

ganhos similares de $VO_{2\text{pico}}$ absoluto entre o grupo que treinou comparado ao grupo CON; e quando foram corrigidos pela MC e pela MCM, esses ganhos desapareceram.

Contrariamente a esses achados, Deforche *et al.* (2003) apresentaram ganhos no $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC em adolescentes obesos submetidos a um programa de diminuição de peso, com concomitante diminuição de GC, IMC e MCM. O $VO_{2\text{pico}}$ absoluto e o relativo à MCM não se modificaram. Também Eliakim *et al.* (2002) apresentaram um grupo de adolescentes obesos que aumentaram a resistência aeróbia com a diminuição da MC após três e seis meses de treino aeróbio, comparado ao grupo CON. Gutin *et al.* (2002) mostraram aumentos em grupo de adolescentes obesos submetidos a oito meses de treinamento aeróbio e mudança de comportamento, comparado a um grupo de mudança de comportamento, mesmo sem aumento da MCM.

Comparando os diferentes tipos de treinamento, Geliebter *et al.* (1997) analisaram homens e mulheres adultos e moderadamente obesos que foram randomizados em dieta mais treino de força (TF), dieta mais treino aeróbio (TA) ou apenas dieta (D). O $VO_{2\text{pico}}$ aumentou apenas no TA ($p=0,03$), e a diminuição da MC foi em média 9 kg, não diferindo entre os grupos.

Um estudo (DELAGARDELLE *et al.*, 2002) em pacientes com insuficiência cardíaca demonstrou as vantagens de um TM comparado ao treinamento aeróbio (TA). O grupo de TM realizou 20 min de bicicleta ergométrica e 20 min de exercícios de força muscular, e o grupo TA realizou 40 min de bicicleta ergométrica. O grupo de TM foi superior ao TA nos benefícios da função do ventrículo esquerdo, do $VO_{2\text{pico}}$ e da força muscular. Também Maiorama *et al.* (2000a), que analisaram homens de 60 anos submetidos a um TM em circuito constataram que os valores da composição corporal mantiveram-se, e o $VO_{2\text{pico}}$ e a força muscular aumentaram.

2.8 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DA TAXA METABÓLICA BASAL

Existem várias formas de avaliação da composição corporal, entre elas a pesagem hidrostática, a antropometria, a ressonância magnética, a tomografia computadorizada, a bioimpedância e a absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA).

A DEXA é uma densitometria de dupla emissão com fontes de raios-X, que realiza o escaneamento de todo o corpo, através de feixes de energia de baixa dosagem, determinando a densidade de todas as partes do corpo. Atualmente, essa avaliação é considerada o padrão-ouro na literatura para verificação da composição corporal, tanto de obesos como de não-obesos. Essa técnica tem claras vantagens para uso em criança porque é obtida em 10 a 20 min, requer uma mínima cooperação do sujeito, tem dose mínima de radiação (equivalente a um raio-X peitoral) (GORAN, 1998), tem boa reprodutibilidade (GUTIN *et al.*, 1996) e apresenta resultados precisos seja qual for a idade, sexo ou raça do indivíduo testado.

Em relação à TMB, os termos TMB e TMR se confundem. Teoricamente, a TMR é um pouco maior que a TMB e a sua medida tem menor número de pré-requisitos. A TMR pode ser medida a qualquer hora do dia, após 4 horas de refeição e atividade física leves (MOLÉ, 1990). Já o metabolismo basal requer maiores cuidados como medição pela manhã após acordar, atividade física restrita no dia anterior, ambiente termoneutro, jejum de 12 horas e repouso de 30 min antes do teste (McARDLE *et al.*, 1998, MOLÉ, 1990). Estudos (BULLOUGH; MELBY, 1993, TURLEY *et al.*, 1993) verificaram que os valores de TMR (com protocolo similar ao desse estudo) foram semelhantes se os indivíduos dormissem em casa e fossem para o laboratório na manhã do teste ou se dormissem no laboratório.

Concluindo, o excesso de peso pode ser a principal barreira à adoção de atividade física regular, mas existem outras, tais como experiências negativas prévias, sentimento de inadequação, medo de ser exposto a uma situação constrangedora e medo de apresentar desempenho fraco (WILFLEY; BROWNELL, 1994). Em adultos, PAFFENBARGER *et al.* (1986) mostraram que cerca de 50% dos participantes abandonam o programa de exercícios durante os primeiros três a seis meses. Isso constitui um problema, já que, para um bom resultado, a aderência a qualquer tipo de programa de treinamento físico é imprescindível. Por isso, o TM em circuito pode ser uma opção interessante para grupos de crianças e adolescentes obesos, já que esses têm dificuldade em manter atividades monótonas, repetitivas e de longa duração como os exercícios aeróbios. Já com a adição de exercícios de força, o programa tornar-se motivante e atrativo pela constante alternância dos exercícios e resultados rápidos, em um ou dois meses de treinamento.

Crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesos precisam diminuir sua MC e sua GC, e aumentar a MCM. Como a TMB é fortemente associada com a MCM em crianças obesas, se houver o aumento desta última, poderá haver uma conseqüente elevação na TMB. Sendo assim, é importante estudar o papel do TM com o objetivo de provocar benefícios em parâmetros cardiorrespiratórios, na composição corporal e na TMB para uma maior perda e manutenção da MC.

Não encontramos, no entanto, estudo analisando os efeitos de um TM em circuito, na composição corporal (DEXA), na TMB e no $VO_{2\text{pico}}$ em meninos adolescentes com sobrepeso ou obesidade, com um grupo CON.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO

Este foi um estudo de intervenção, do tipo quase-experimental, de caráter quantitativo, que avaliou a composição corporal, a TMB e o $VO_{2\text{pico}}$ de adolescentes com sobrepeso ou obesos antes e após um programa de treinamento físico (grupo EXP), comparado a um grupo sem treinamento específico (grupo CON).

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população foi formada por conveniência e por meninos voluntários adolescentes com sobrepeso ou obesos e alunos do Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA). O cálculo amostral foi realizado; e, para comparar os dois grupos estudados, esperando-se uma diferença entre as médias de magnitude pelo menos moderada (tamanho de efeito ≥ 1), estimou-se um tamanho amostral de 16 sujeitos para cada grupo. Para esse cálculo, foi utilizado $\alpha = 0,05$; $\beta = 0,20$; e tamanho de efeito = $(\text{média } 1 - \text{média } 2) / dp$ ponderado.

A amostra foi composta por 35 meninos entre 12 e 17 anos, púberes e pós-púberes. Desses, 22 foram sorteados para o grupo EXP; e 13, para o grupo CON. O

maior número recrutado para o grupo EXP foi devido à possibilidade de desistência de alguns meninos durante o treinamento.

Como critério de inclusão, os sujeitos deveriam apresentar IMC acima do percentil 85 (sobrepeso) e acima de 95 (obesidade), segundo Cole *et al.*, (2000); não estar envolvidos em programa de treinamento físico específico há pelo menos um ano; e não apresentar qualquer problema físico que impossibilitasse a execução das avaliações ou do treinamento. Um menino do grupo CON foi excluído por apresentar GC < 22%.

Todos os sujeitos estavam aptos à atividade física, conforme avaliação física de médico do CMPA. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (03-497). Todos os participantes concordaram com os procedimentos e realizaram as avaliações após os pais ou responsáveis terem assinado o Termo de Consentimento Informado (Anexo A).

3.3 PROCESSO DE AMOSTRAGEM

O recrutamento dos voluntários compreendeu as seguintes etapas:

- a) apresentação do projeto de pesquisa para o Coordenador da Sessão de Educação Física e para o Comandante do CMPA, e aprovação do mesmo;
- b) pré-seleção dos meninos, conforme dados de MC e estatura avaliados em mês anterior, constantes dos arquivos do CMPA;
- c) explicação parcial do projeto aos meninos previamente selecionados e anotação do número telefônico dos interessados;
- d) sorteio para os grupos EXP e CON;
- e) telefonema para explicação do programa e das avaliações. Agendamento das avaliações com os pais ou responsáveis dos grupos EXP e CON;

- f) no Colégio, entrega de material explicativo aos alunos, constando as datas, explicações e pré-requisitos de todas as avaliações.
- g) um dia antes das avaliações, contato telefônico com os adolescentes e pais ou responsáveis para verificação do cumprimento dos pré-requisitos para os testes. Dois meninos foram reagendados por não cumprirem os pré-requisitos.

3.4 PROCEDIMENTOS DAS AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Para triagem, utilizou-se uma anamnese geral (Anexo B). Esses dados foram analisados por médico pediatra, a fim de verificar a existência de qualquer impedimento à participação dos meninos no programa. Após, o objetivo da auto-avaliação (MATSUDO, 1993) do estágio maturacional foi explicado individualmente, sempre pelo mesmo avaliador. Foi utilizada a planilha de cinco estágios de desenvolvimento da genitália e da pilosidade pubiana (TANNER, 1962).

Para avaliação da MC, foi utilizada uma balança de equilíbrio da marca Filizola, com resolução de 0,1 kg. A balança foi aferida com pesos padrões, no início do pré e do pós-teste, e calibrada a cada dia de avaliação. Os meninos foram pesados com camiseta e bermuda, e descalço.

Para medir a estatura, utilizou-se um estadiômetro constituído por escala métrica, com resolução de 1 mm, na qual desliza um cursor que mediu a estatura do indivíduo em pé e descalço.

Para medidas de cintura e quadril, foi utilizada uma fita métrica metálica, flexível de 2 m de comprimento, da marca Lufkin, com resolução de 1 mm. A medida da cintura foi realizada no ponto de menor circunferência entre as costelas e a pelve; e a de quadril, no ponto de maior circunferência abaixo da cintura pélvica (ACSM, 2000).

Um registro alimentar de três dias (um dia de fim de semana e dois dias de semana) (Anexo C) foi realizado com o objetivo de estimar a ingestão diária de energia (kcal), para avaliar se haveria modificações no padrão alimentar antes, nas semanas 5, 9 e 13 do estudo, e após o treinamento. Uma nutricionista explicava minuciosamente o objetivo do registro alimentar aos pais e meninos, bem como o seu correto preenchimento. Aos 10 anos de idade, as crianças são capazes de informar a dieta alimentar acuradamente e são bem conscientes do que comeram (BARANOWSKI; DOMEL, 1994), mesmo assim, foi solicitado o apoio dos pais no preenchimento do mesmo. Quando os registros eram devolvidos pelos meninos, seu conteúdo era verificado; e, se houvesse incoerência ou questionamentos, as dúvidas eram esclarecidas. Os registros foram calculados por uma nutricionista que utilizou o *software* de avaliação nutricional *Dietwin* Profissional versão 2.0. As tabelas de alimentos utilizadas no programa foram retiradas das seguintes fontes: Tabela Brasileira, IBGE, Franco, USDA CENEXA, Alemã, Repertório Geral dos Alimentos, Fichas Técnicas.

O Questionário de Atividade Física (Anexo D) foi elaborado a partir de outros questionários existentes para crianças (MELLO, 2003, BOUCHARD *et al.*, 1983), com o objetivo de verificar se houve mudanças em hábitos do dia-a-dia e em atividades físicas específicas, entre o pré e o pós-treinamento. Um ajudante de pesquisa treinado realizava o preenchimento desse questionário com o menino.

Um recordatório de atividade física de dois dias (um dia de fim de semana e um de semana) (Anexo E) foi realizado com o objetivo de estimar o dispêndio

energético (kcal) em atividades do cotidiano, para avaliar se houve modificações nesse padrão antes, nas semanas 5, 9 e 13 do estudo, e após o treinamento. Um ajudante de pesquisa treinado realizava o preenchimento desse recordatório com o menino. Os recordatórios fazem parte dos instrumentos mais utilizados para mensurar o nível de atividade física devido à sua aplicabilidade a grandes grupos e aos baixos custos. Os recordatórios foram calculados por dois professores de educação física treinados no *software* de avaliação nutricional *Dietwin* Profissional, versão 2.0, que utiliza tabelas de atividades físicas de Katch, Krause e Williams.

Os participantes foram instruídos a não modificar os hábitos alimentares e de atividade física durante o estudo.

3.4.1 Avaliação da composição corporal

A avaliação por meio da DEXA foi realizada na Clínica Clinodens de Densitometria Óssea, em equipamento da marca *Lunar*, modelo DPX-L (Figura 1), utilizando-se o programa pediátrico *SmartScan*, versão 4.7c, (Figura 2). Analisaram-se os valores da GC e da MCM total e compartimentada em braços, pernas e tronco. A calibragem do equipamento e a análise do programa foram realizadas, em todos os dias de teste e a cada 15 dias, respectivamente, pela técnica responsável pela operação do aparelho. Chegando no local, os meninos realizaram a avaliação deitados, imóveis e sem portar objetos de metal, alumínio, plástico ou madeira.



Figura 1 - Exame de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA), equipamento *Lunar*, modelo DPX-L.



Figura 2 - Programa Pediátrico *SmartScan*, versão 4.7c.

3.4.2 Avaliação da TMB e do VO_{2PICO}

As avaliações da TMB e do VO_{2PICO} foram realizados por meio de calorimetria indireta, no LAPEX. Para isso, foi utilizado um analisador de gases da marca *MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo CPX/D, da *Medical Graphics Corporation* - St. Paul, EUA (Figura 3). Esse aparelho coleta amostras de gases através de uma máscara ou de um bocal e um oclisor nasal utilizado para limitar a respiração apenas pela boca.

A calibração do equipamento foi realizada a cada manhã, antes das avaliações e sob condições ambientais controladas. Conforme Dimri (1980), não é necessário realizar uma nova calibração a cada teste, devido à estabilidade dos analisadores de gases. A análise da troca gasosa exige as informações da pressão barométrica, da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar, porque, de acordo com as leis dos gases, eles se expandem com o calor e/ou baixa pressão barométrica e contraem-se com o frio e/ou alta pressão barométrica. Utilizando-se um condicionador de ar e um termômetro, mantinha-se a temperatura da sala variando de 24,5 a 25° C. Com o uso de uma miniestação meteorológica, verificou-se que a umidade variou de 60 a 73%; e a pressão atmosférica, de 740 a 760 mm-Hg.

Calibraram-se os fluxos e volumes do pneumotacógrafo através de uma seringa graduada com capacidade para 3 l. Foram realizadas, manualmente, cinco injeções e ejeções de fluxos em velocidades diferentes, para assegurar a estabilidade necessária. Após, ocorreu a calibração dos analisadores de gases utilizando-se misturas conhecidas contidas em dois cilindros: o cilindro de referência e o cilindro de calibração. O cilindro de referência continha 5% de CO_2 e 12% de O_2 , balanceados com nitrogênio superseco. O cilindro de calibração continha 21% de O_2 , também balanceado com nitrogênio superseco.



Figura 3 - Ergoespirômetro de circuito aberto e analisador de gases marca *MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo CPX/D da *Medical Graphics Corporation*.

AVALIAÇÃO DA TMB - As coletas da TMB foram realizadas no máximo até às 08h55min da manhã, exceto em dois casos, quando houve atraso de uma hora, devido à falta de energia elétrica. Os pré-requisitos para a avaliação foram os seguintes: transporte de automóvel até o laboratório com a menor quantidade de movimento possível; jejum de 12 horas; oito horas de sono; não-ingestão de medicamento e produtos cafeinados no dia anterior; e não-realização de atividade física exaustiva nas 48 horas anteriores (McARDLE *et al.*, 1998). A avaliação foi realizada após a confirmação do cumprimento dos pré-requisitos.

Depois disso, foi recomendado que os meninos ficassem tranquilos e imóveis durante a avaliação, e foram colocados o bocal e oclusor nasal (Figura 4). Os meninos permaneceram deitados durante 20 a 30 min; já que, na prática, um período superior a esse poderia fazer com que dormissem ou ficassem impacientes. Após a familiarização, houve a coleta da troca de gases durante 10 a 20 min (McARDLE *et al.*, 1998, MELBY *et al.*, 2000), em sala silenciosa e sem claridade.

Para identificação da TMB, foram utilizadas as médias dos valores dos gases expirados e inspirados a cada 30 s, que foram exportados para tabelas do Excel XP. A média dos 10 min mais constantes foi identificada como a TMB do menino.



Figura 4 - Avaliação da taxa metabólica basal

AVALIAÇÃO DO PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO - A avaliação de VO_{2pico} foi realizada utilizando-se um cicloergômetro da marca Euro-Fit 167 e seguindo-se o Protocolo de McMaster (BAR-OR, 1983). Foram observados os seguintes cuidados:

- a) após a avaliação da TMB, o menino ingeriu um lanche padronizado, composto por uma banana e um copo de suco natural, e aguardou, em média, 45 min;
- b) a avaliação foi explicada. Foi enfatizado que o avaliado não deveria falar e que poderia finalizar o teste quando não suportasse o exercício;
- c) a máscara foi colocada após o menino estar corretamente monitorado (freqüencímetro cardíaco da marca Polar). Quando não havia boa adaptação à máscara, foram utilizados o oclisor nasal e o bucal, este fixado à cabeça por uma touca. O pós-teste foi repetido nas mesmas condições do pré-teste;
- d) para adaptação, o menino pedalou cerca de 1 min em velocidade de 50 rpm (Figura 5);
- e) somente quando o quociente respiratório (RER) estava abaixo de 0,85, iniciou-se o teste com velocidade de 60 a 85 rpm e carga inicial de 25 a 50 w, de acordo com a estatura dos meninos;
- f) incremento da carga ocorreu a cada 2 min, de acordo com a estatura do menino (BAR-OR, 1983).

A cada 2 m de teste, a FC foi registrada, e os meninos foram questionados sobre a sensação subjetiva de esforço, utilizando-se a escala de Borg (1970). O exercício foi mantido até a ocorrência de alguma das seguintes situações: o menino pediu para suspender o teste; não houve manutenção da cadência das rotações (65-80 rpm); a FC estava > 200 bpm; indicação da escala de Borg acima de 17; ou $RER > 1$. Houve sempre estímulo verbal e a supervisão de dois avaliadores.

Utilizou-se o $VO_{2\text{pico}}$ expresso tanto em valores absolutos (l/min) quanto relativos à MC e à MCM (ml/kg/min). Os valores dos gases expirados e inspirados foram filtrados, utilizando-se a média de cinco dos sete valores medidos. Os valores foram exportados para tabelas do *Excel XP*; e, assim, identificados os valores individuais de $VO_{2\text{pico}}$.



Figura 5 - Avaliação do pico de consumo de oxigênio

3.4.3 Avaliação da força muscular

A força muscular foi avaliada pelo teste de 1RM (RAMSAY *et al.*, 1990) nos exercícios de flexão de cotovelo (FCo) e extensão de joelho (EJ), para comparação com outros estudos (FAIGENBAUM *et al.*, 1993, OZMUN *et al.*, 1994). Para o teste

de Fco, utilizou-se um banco Scott acoplado a uma roldana baixa; e, para o de EJ, uma cadeira extensora.

O teste consistiu em executar, em uma única vez, um determinado movimento articular em toda a sua amplitude e com velocidade constante. Após leve aquecimento e adaptação ao exercício com cargas leves, utilizou-se o método de tentativa e erro para identificar a carga inicial da avaliação. A partir daí, houve o aumento gradual da carga (de 500 g a 1 kg) até a identificação da carga máxima. As cargas (em quilogramas) foram aplicadas de forma progressiva até que o menino não conseguisse executar uma repetição completa, sendo então considerada a tentativa anterior. O tempo de execução foi de 5 s (2 s – fase concêntrica; e 3 s – fase excêntrica), com um intervalo de 2 min entre as tentativas. Quando a carga de 1RM não foi encontrada em três tentativas, o teste foi refeito no encontro seguinte. Os meninos foram submetidos aos mesmos estímulos visuais e auditivos durante o teste, e houve o cuidado de que não houvessem realizado atividade física intensa desde o dia anterior ao teste.

O teste de 1RM foi utilizado para a prescrição da carga (KNUTTGEN; KRAMER, 1987). Segundo Fleck e Kramer (1999), ações musculares próximas da força máxima voluntária parecem ser mais efetivas para a melhora da força muscular. Considerando que a força muscular aumenta rapidamente em crianças e adolescentes, a utilização de RMs ou zonas de treinamento RM fornecem, automaticamente, uma sobrecarga progressiva; porque, à medida que a força muscular aumenta, a carga necessária para realizar um RM ou ficar dentro de uma zona RM aumenta. O teste de 1RM foi atualizado a cada quatro semanas para a correta quantificação da intensidade do treino. Para diminuir o erro da estimativa do percentual de 1RM para membros superiores e inferiores, foi indicada uma faixa de repetição dos exercícios da semana 28 em diante.

O grupo EXP realizou a avaliação de 1RM de todos os exercícios a cada mês, para ajuste das cargas de treinamento; e o grupo CON realizou apenas os pré e pós-testes dos exercícios de FCo (rosca bíceps) e EJ.

3.5 EQUIPAMENTOS DO TREINAMENTO

O programa de treinamento contou com os seguintes equipamentos: banco Scott e roldana baixa (Figura 6), voador direto, roldana alta e pressão de pernas, todos da marca Metal Souza; cadeiras extensora (Figura 7) e flexora de elaboração própria; supino vertical da marca Sculptor; três bicicletas ergométricas e um *stepper* elíptico, ambos da marca *Movement*, colchonetes e cordas. Os equipamentos foram devidamente ajustados ao tamanho de cada menino, tanto nas avaliações como no treinamento.



Figura 6 - Banco Scott e roldana baixa



Figura 7 - Cadeira extensora

Além das placas de cargas contidas nos equipamentos, foram utilizadas duas barras de 500 g, duas barras de 1 kg e duas barras de 2 kg para possibilitar um menor incremento na carga de treinamento.

As avaliações e o programa de treinamento foram padronizados, treinados e realizados pelo(s) mesmo(s) membro(s) da equipe, que foi composta por uma nutricionista, quatro estudantes e quatro professores do curso de Educação Física.

Todas as avaliações do grupo EXP foram realizadas até uma semana antes do início e uma semana após o término do treinamento. As avaliações do grupo CON ocorreram uma semana após as avaliações do grupo EXP. O Quadro 1 mostra as avaliações realizadas durante o estudo.

Ao final dos pós-testes, uma pasta com os resultados das avaliações foi entregue a cada participante.

Quadro 1 - Avaliações realizadas durante o estudo

Avaliações	Pré-testes	Semana 5	Semana 9	Semana 13	Pós-testes
Anamnese	**				
Massa corporal, estatura, antropometria e avaliação maturacional, questionário de atividade física, composição corporal (DEXA), TMB e VO_{2pico}	**				**
Registro alimentar, recordatório de atividade física	**	**	**	**	**
Força muscular	**	*	*	*	**

** Avaliações realizadas pelos grupos EXP e CON.

* Avaliações realizadas apenas pelo grupo EXP.

3.6 PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO MISTO EM CIRCUITO

As 16 semanas do programa de treinamento físico ocorreram na sala de musculação do Colégio Militar de Porto Alegre, totalizando 48 sessões. As sessões de treino duraram uma hora e ocorreram às segundas, quartas e sextas-feiras. Dessas três aulas, duas ocorreram durante a educação física escolar. O grupo CON participou apenas das aulas de educação física no Colégio, uma ou duas vezes por semana.

O grupo EXP foi dividido em dois grupos de programa de treinamento, tanto para um acompanhamento e uma supervisão melhores quanto pelo horário das aulas dos meninos. Antes das 16 semanas de treinamento, os meninos utilizaram duas semanas para aprendizado da técnica correta e familiarização com os aparelhos e exercícios.

O volume do treinamento de força foi periodizado de forma linear, ou seja, no decorrer do treinamento, houve o aumento da intensidade e a redução do volume (BAKER *et al.*, 1994). A periodização é necessária para obter-se melhores ganhos na força e na potência à medida que o treinamento progride (ACSM, 2000). As 16 semanas foram divididas em quatro mesociclos, cada um composto de quatro microciclos (Quadro 2). Cada microciclo foi periodizado de forma ondulada,

variando-se a intensidade e o volume de cada sessão de treino (MARX *et al.*, 2001). Por isso, cada menino possuía uma ficha contendo os treinos A e B.

Os exercícios de força foram realizados em 1 a 3 séries de 8 a 20 repetições, com carga de 50 a 80-85% do teste de 1RM. Foram utilizados 9 exercícios para os principais grupos musculares: voador direto, supino vertical, remada baixa, roldana alta, rosca bíceps, tríceps na roldana, extensão de joelho, flexão de joelho e pressão de pernas a 45°, além de abdominais, conforme diretrizes para crianças e adolescentes (ACSM, 2000) (Quadro 2). Os exercícios foram alternados por segmento; e foi enfatizada a execução correta, lenta e em toda a amplitude articular. O objetivo dos exercícios de força nas semanas de 1 a 8 foi o aumento da resistência muscular; e, nas semanas de 9 a 16, foi a hipertrofia muscular. Considerando a importância de um ingrediente recreacional para uma motivação, descontração, aderência e prazer maiores no exercício físico, a primeira semana de cada mesociclo foi utilizada para a regeneração da musculatura e para atividades recreativas, tais como futebol, voleibol e cama elástica.

Os exercícios aeróbios foram realizados durante 5 min, nas semanas 1 a 8; e, durante 3 min, nas semanas 9 a 16, em bicicletas ergométricas ou *steppers*, ou, ainda, em forma de atividades recreativas de caminhada ou trote ao ar livre. A intensidade do exercício aeróbio variou entre 12 e 13 da escala de Borg, valores médios de taxa de percepção do esforço, os quais são associados a adaptações fisiológicas (ACSM, 2000).

O programa de treinamento físico consistiu de um circuito que intercalou os exercícios de força muscular com as atividades aeróbias. O treinamento iniciava com um aquecimento de 10 min, findo o qual, a cada dupla de exercícios de força muscular finalizada (um exercício para membros inferiores e um para membros superiores), o participante realizava o exercício aeróbio, voltando para uma nova

dupla de exercícios de força muscular e assim sucessivamente. Nos 10 min finais, eram realizados os alongamentos das musculaturas utilizadas.

Exemplo de treino no segundo microciclo do segundo mesociclo: primeira série de voador direto → primeira série de extensão de joelho → segunda série de voador direto → segunda série de extensão de joelho → 5 min de atividade aeróbia → primeira série de remada baixa → primeira série de flexão joelho → segunda série de remada baixa → segunda série de flexão joelho → 5 min de atividade aeróbia e assim por diante.

O tempo de intervalo entre os exercícios de força para membros superiores e inferiores, e entre estes e a atividade aeróbia foi apenas o necessário para o deslocamento entre os aparelhos. O critério de exclusão por excesso de faltas foi a ausência em três aulas seguidas ou menos de 85% de presença nas aulas.

3.7 VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES

3.7.1 Variáveis dependentes

- a) Percentual de gordura
- b) Massa corporal magra
- c) Taxa metabólica basal
- d) Pico de consumo de oxigênio

3.7.2 Variável independente

- Programa de Treinamento

3.7.3 Variáveis de controle

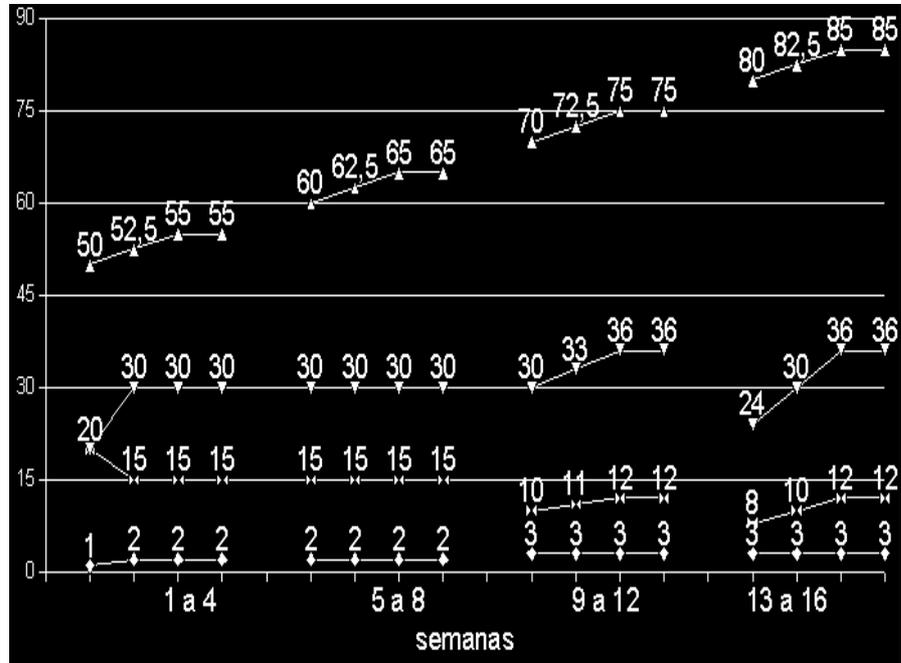
- a) **Maturação biológica:** Identificou-se, antes e depois do período de treinamento, o estágio maturacional dos meninos; pois, conforme Bar-Or (1983) e Malina e Bouchard (1991), a maturação biológica é um fator que influencia a composição corporal e o desempenho motor em crianças.
- b) **Ingestão alimentar:** A ingestão alimentar é um fator importante para mudanças na composição corporal; por isso, ela foi calculada durante o período do estudo.
- c) **Gasto energético em atividades diárias:** Por meio do Questionário e do Recordatório de Atividade Física, pôde-se verificar se houve modificações nos hábitos de atividade física diária ou específica dos meninos.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram descritas em média e desvio-padrão por grupo. Foram realizados o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da amostra, e os testes de Box e Levene para verificar a homogeneidade das variâncias. Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas (2x2 e 2x5) para verificar diferenças intra e intergrupos. Como testes complementares, onde houve diferença significativa (intragrupo), foi realizado o Teste *T* pareado ou novamente a ANOVA para medidas repetidas. Para comparação intergrupos, foi utilizado o Teste *T* para amostras independentes. Nas variáveis que não apresentaram distribuição normal ou homogeneidade de variâncias, foi utilizado o teste de Friedman (intragrupo) ou o teste U de Mann-Whitney (intergrupos).

O *software* utilizado para análise foi o SPSS, versão 8.0; e o nível de significância considerado foi $p < 0,05$.

Quadro 2 - Programa de treinamento de força muscular



4 RESULTADOS

Dos 22 meninos do grupo EXP, quatro não finalizaram o estudo. Destes, um foi excluído por excesso de faltas; um, por incompatibilidade de horário de treino; e dois, por trocarem o programa por outra atividade física. Dos 13 meninos do grupo CON, dois não quiseram realizar os pós-testes, e um foi excluído por apresentar menos que 22% de GC. Assim, 18 sujeitos constituíram o grupo EXP; e 10, o grupo CON.

Todas as variáveis apresentaram normalidade e homogeneidade das variâncias, exceto ingestão alimentar, MCMTRON, $VO_{2\text{pico}}$ absoluto e EJ, em que foram utilizados testes não-paramétricos.

Os grupos EXP e CON não apresentaram diferenças nos pré-testes, conforme Tabelas 3 e 4.

Os resultados do teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas do pós-teste para as variáveis MC, estatura, IMC e razão cintura-quadril (RCQ) estão na Tabela 3. Houve uma diferença significativa na média da MC entre os grupos apenas no fator tempo ($p=0,002$). Nas análises complementares, não houve diferença intergrupos no pós-teste; mas, intragrupos, observou-se que o grupo CON apresentou um aumento significativo na MC, o que não ocorreu com o grupo EXP.

Em relação à estatura, houve uma diferença significativa na média dos grupos apenas no fator tempo ($p=0,001$). Nas análises complementares, não houve diferença intergrupos no pós-teste; e, intragrupos, observou-se que os dois grupos aumentaram significativamente a estatura.

Em relação ao IMC e à RCQ, não houve diferenças significativas nas médias dos grupos no fator tempo nem na interação grupo-tempo.

Tabela 3 - Características físicas dos grupos experimental e controle nos pré e pós-testes (média±dp)

	EXPERIMENTAL n=18		CONTROLE n=10	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
Idade (anos)	13,4±0,92	14,0±1,41	13,8±1,09	14,1±1,45
Massa corporal (kg)	78,6±10,1	79,8±11,4	74,7±9,04	76,8±9,45*
Estatura (cm)	166,8±8,67	168,7±8,31*	164,0±8,39	165,8±8,91*
IMC	28,2±2,14	28,0±2,49	27,7±1,94	27,9±2,24
RCQ	0,85±0,003	0,86±0,003	0,84±0,005	0,84±0,005

*> valores iniciais, intragrupos $p<0,05$; n=tamanho amostral; IMC=índice de massa corporal; RCQ=razão cintura-quadril

Tabela 4 - Avaliações dos pré-testes dos grupos experimental e controle (média±dp)

	EXPERIMENTAL		CONTROLE	
		n		n
MCM (kg)	46,0±10,5	17	44,8±8,99	10
MCM braço (kg)	5,56±1,33	17	5,22±1,18	10
MCM perna (kg)	16,5±3,84	17	16,4±2,94	10
MCM tronco (kg)	21,3±5,40	17	20,5±4,37	10
Massa de gordura (kg)	28,9±7,38	17	26,4±5,66	10
%GC	38,7±8,91	17	37,3±8,24	10
TMB (kcal/d)	1898±239	18	1908±248	10
VO _{2pico} /absoluto (l/min)	2,25±0,48	17	2,33±0,54	9
VO _{2pico} /MC (ml/kg/min)	28,6±4,57	17	31,0±5,09	9
VO _{2pico} /MCM (ml/kg/min)	49,2±4,87	17	53,1±5,57	9
1RM FCo ^d (kg)	13,3±4,84	18	13,8±5,60	9
1RM EJ ^e (kg)	31,2±9,19	17	26,7±4,62	8

Sem diferença estatisticamente significativa; n=tamanho amostral; MCM=massa corporal magra; %GC=percentual de gordura corporal; TMB=taxa metabólica basal; VO_{2pico}=pico de consumo de oxigênio; MC=massa corporal; FCo=flexão cotovelo; EJ=extensão Joelho

Em relação à ingestão alimentar, houve diferença estatisticamente significativa inter e intragrupo somente na semana 5, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Ingestão alimentar diária em kcal dos grupos experimental e controle antes, nas semanas 5, 9, 13 e após o estudo (média±dp)

	EXPERIMENTAL (n=18)	CONTROLE (n=10)
Pré-testes	2715±828	2275±361
Semana 5	2781±1051	1706±321*
Semana 9	2738±1022	2280±1205
Semana 13	2469±650	2189±480
Pós-testes	2355±512	2527±934

*inter e intragrupos $p < 0,05$; n=tamanho amostral

Em relação ao GED analisado pelo recordatório de atividade física, não houve diferenças estatisticamente significativas inter nem intragrupos, conforme Tabela 6.

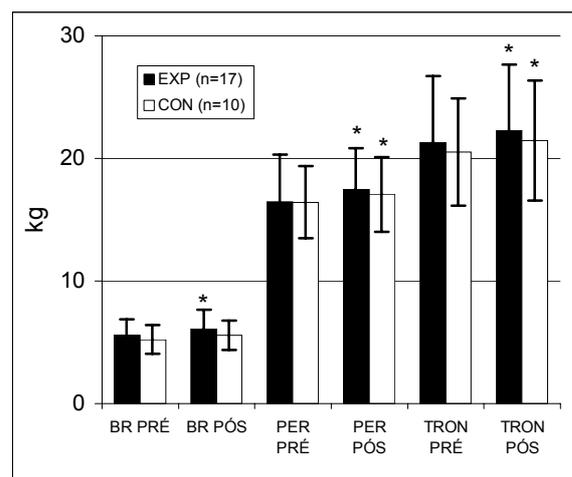
Tabela 6 - Gasto energético diário em kcal dos grupos experimental e controle antes, nas semanas 5, 9, 13 e após o estudo (média±dp)

	EXPERIMENTAL (n=18)	CONTROLE (n=10)
Pré-testes	2707±360	2512±384
Semana 5	2880±376	2522±434
Semana 9	2668±321	2539±469
Semana 13	2751±363	2589±378
Pós-testes	2744±382	2700±361

Sem diferença estatisticamente significativa; n=tamanho amostral

Um menino do grupo EXP não realizou o pós-teste de composição corporal (DEXA) por estar com uma perna engessada (fratura ocorrida fora da sessão de treinamento). Em relação à MCM compartimentada em braço, perna e tronco, o teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas resultou em uma

diferença significativa entre os grupos apenas no fator tempo ($p \leq 0,001$, $0,001$ e $0,001$, respectivamente). Nas análises complementares, não houve diferença entre os grupos nos pós-testes, já intragrupos, observou-se igual aumento significativo de MCM de perna e tronco (perna EXP pré= $16,5 \pm 3,48$ kg e pós= $17,5 \pm 3,32$ kg, e CON pré= $16,4 \pm 2,94$ kg e pós= $17,1 \pm 3,05$ kg; tronco EXP pré= $21,3 \pm 5,40$ kg e pós= $22,3 \pm 5,38$ kg, e CON pré= $20,5 \pm 4,37$ kg e pós= $21,5 \pm 4,89$ kg) nos dois grupos e aumento significativo de MCM de braço apenas no grupo EXP após o treinamento (braço EXP pré= $5,56 \pm 1,33$ kg e pós= $6,09 \pm 1,58$ kg; e CON pré= $5,22 \pm 1,18$ kg e pós= $5,56 \pm 1,21$ kg), conforme Figura 8.

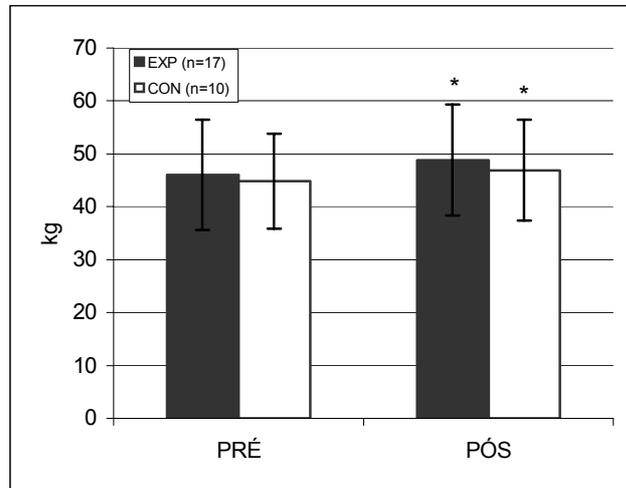


*>pré-teste, intragrupos $p < 0,05$; EXP=grupo experimental; CON=grupo controle; n=tamanho amostral; BR=braço, PER=perna, TRON=tronco

Figura 8 - Massa corporal magra compartimentada em braço, perna e tronco pré e pós-testes dos grupos experimental e controle.

Em relação à MCMTOT, o teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas resultou em uma diferença significativa entre os grupos apenas no fator tempo ($p=0,001$). Nas análises complementares, não houve diferença entre as médias dos grupos nos pós-testes; e, intragrupos, observou-se igual aumento significativo nos dois grupos (EXP pré= $46,0 \pm 10,5$ kg e pós= $48,8 \pm 10,5$ kg; CON

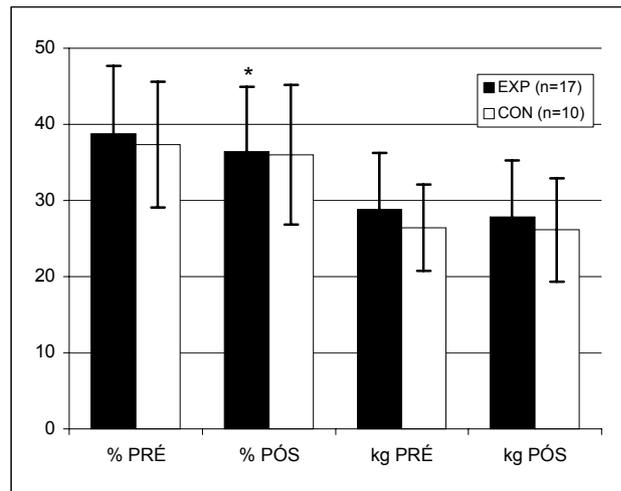
pré=44,8±8,99 kg e pós=46,9±9,55 kg) (Figura 9).



*>pré-teste, intragrupos, $p < 0,05$; EXP=grupo experimental; CON=grupo controle; n=tamanho amostral

Figura 9 - Massa corporal magra total pré e pós-testes dos grupos experimental e controle

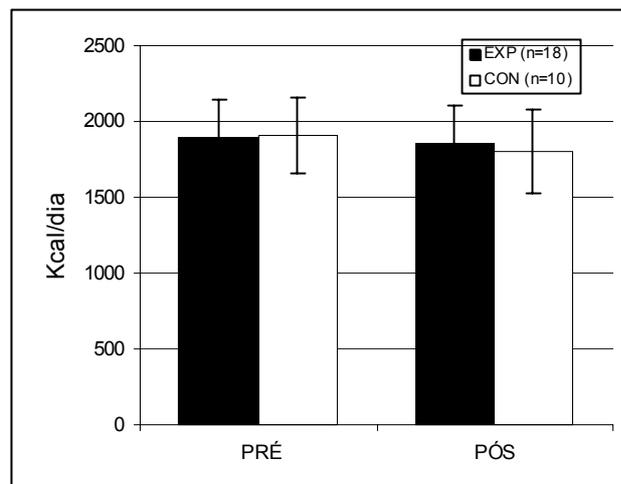
Em relação ao %GC, o teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas mostrou uma diferença significativa entre as médias dos grupos apenas no fator tempo ($p=0,002$). Nas análises complementares, não houve diferença intergrupos no pós-teste; mas, intragrupos, observou-se que o grupo EXP diminuiu significativamente o %GC comparado ao do grupo CON (EXP pré=38,7±8,91% e pós=36,4±8,54%; CON pré=37,3±8,24% e pós=36,0±9,15%). Em relação à GC em kg, não houve diferenças entre as médias dos grupos pela ANOVA para medidas repetidas (EXP pré=28,9±7,38 kg e pós=27,8±7,43 kg; CON pré=26,4±5,66 kg e pós=26,2±6,81 kg) (Figura 10).



*<pré-teste, intragrupo, $p < 0,05$; EXP=grupo experimental; CON=grupo controle; n=tamanho amostral

Figura 10 - Gordura corporal pré e pós-testes dos grupos experimental e controle

Não houve diferença, pela ANOVA para medidas repetidas, na TMB entre as médias dos grupos (EXP pré= 1.898 ± 239 kcal/d e pós= 1.860 ± 248 kcal/d; CON pré= 1.908 ± 248 kcal/d e pós= 1.803 ± 276 kcal/d), conforme Figura 11.



Sem diferença estatisticamente significativa; EXP=grupo experimental; CON=grupo controle; n=tamanho amostral

Figura 11 - Taxa metabólica basal pré e pós-testes dos grupos experimental e controle

Com relação ao $VO_{2\text{pico}}$ absoluto, um dos 10 meninos do grupo CON não realizou o teste inicial por estar com um pé machucado. O teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas resultou em uma diferença significativa entre as médias dos grupos apenas no fator tempo ($p=0,001$). Nas análises complementares, não houve diferença entre os grupos no pós-teste; mas, intragrupos, observou-se que apenas o grupo EXP aumentou significativamente o seu resultado do pré para o pós-teste (EXP pré= $2,25\pm 0,48$ l/min e pós= $2,52\pm 0,47$ l/min; CON pré= $2,33\pm 0,54$ l/min e pós= $2,44\pm 0,53$ l/min), conforme Figura 12.

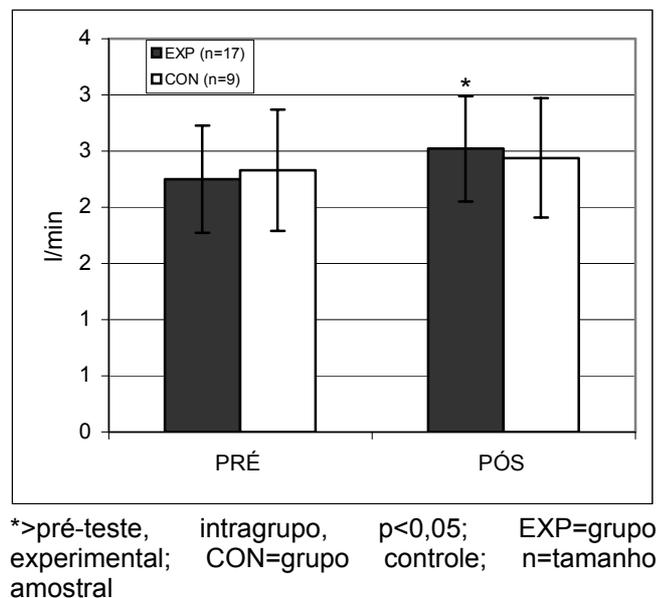


Figura 12 - Pico de consumo de oxigênio absoluto pré e pós-testes dos grupos experimental e controle

Com relação ao $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC, o teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas resultou em uma diferença significativa entre as médias dos grupos apenas no fator tempo ($p=0,005$). Nas análises complementares, não houve diferença entre os grupos no pós-teste; mas, intragrupos, observou-se

que o grupo EXP aumentou significativamente o seu resultado do pré para o pós-teste comparado ao grupo CON (EXP pré=28,6±4,57 ml/kg/min e pós=31,4±4,06 ml/kg/min; CON pré=31,0±5,09 ml/kg/min e pós=31,9±5,27 ml/kg/min). Já quando comparamos os dados de $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MCM, as diferenças entre os grupos desapareceram pela ANOVA para medidas repetidas (EXP pré= 49,2±4,87 ml/kg/min e pós=52,0±4,82 ml/kg/min; CON pré=53,1±5,57 ml/kg/min e pós=53,8±7,92 ml/kg/min), conforme mostra a Figura 13.

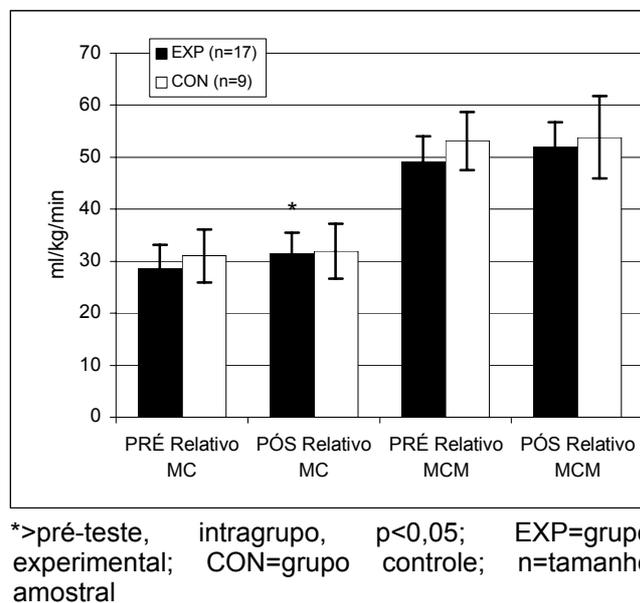
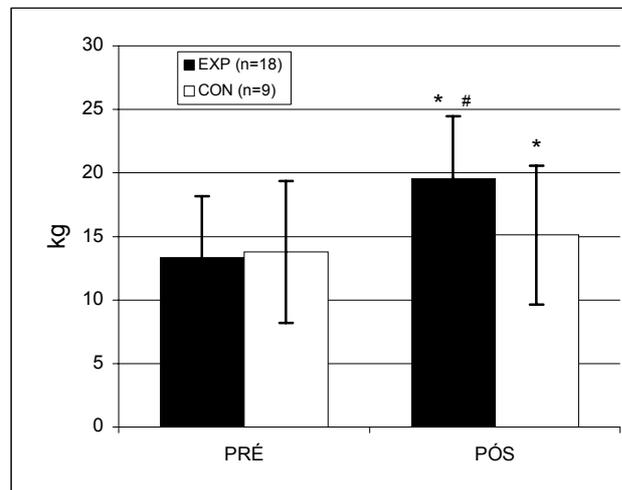


Figura 13 - Pico de consumo de oxigênio relativo à massa corporal e à MCM pré e pós-testes dos grupos experimental e controle.

Em relação à força muscular, um menino do grupo CON não realizou o teste de 1RM de Fco por falta de tempo; e outro menino do grupo CON não compareceu aos testes apesar de inúmeras tentativas de agendamento. Um menino do grupo EXP que estava com uma perna engessada não realizou o teste de EJ.

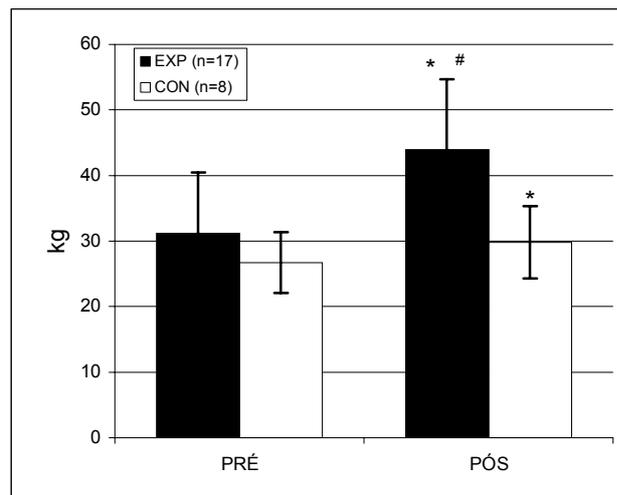
O teste de Wilks Lambda (λ) pela ANOVA para medidas repetidas para FCo e EJ resultou em uma diferença estatisticamente significativa entre as

médias dos grupos, tanto no fator tempo ($p < 0,001$ e $0,001$, respectivamente) quanto na interação grupo-tempo ($p < 0,001$ e $0,001$, respectivamente). Nas análises complementares, os grupos EXP e CON apresentaram aumentos nessas variáveis; mas o EXP apresentou aumento significativamente maior dos valores de FCo e de EJ, comparados aos do grupo CON (FCo EXP pré= $13,3 \pm 4,84$ kg e pós= $19,6 \pm 4,89$ kg, CON pré= $13,8 \pm 5,60$ kg e pós= $15,1 \pm 5,48$ kg; e EJ EXP pré= $31,2 \pm 9,19$ kg e pós= $43,9 \pm 10,8$ kg, CON pré= $26,7 \pm 4,62$ kg e pós= $29,8 \pm 5,48$ kg), conforme mostram as Figuras 14 e 15.



*>pré-teste, intragrupos; #>grupo controle; $p < 0,05$; EXP=grupo experimental; CON=grupo controle; n=tamanho amostral

Figura 14 - Valor de 1RM de flexão de cotovelo pré e pós-testes dos grupos experimental e controle



*>pré-teste, intragrupos; #>grupo controle; $p < 0,05$;
 EXP=grupo experimental; CON=grupo controle;
 n=tamanho amostral

Figura 15 - Valor de 1RM de extensão de joelho pré e pós-testes dos grupos experimental e controle

O presente estudo apresentou ainda, por meio de questionário do atividade física, uma média de 29 horas semanais gastas em atividades sedentárias, tais como assistir TV, jogar *videogames* e operar computadores por lazer.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos de um programa de treinamento físico misto em circuito na composição corporal, na TMB e no $VO_{2\text{pico}}$ de um grupo de adolescentes com sobrepeso ou obesidade. O principal resultado foi o grupo EXP apresentar menor ganho de MC, maior diminuição de GC e maior aumento da MCM de braço, $VO_{2\text{pico}}$ absoluto, $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC, força de FCo e de EJ comparado ao grupo CON, após o programa de TM, mesmo sem restrição alimentar concomitante.

Um aspecto relevante quando se investigam adaptações fisiológicas em crianças é a inclusão de um grupo CON; já que, nessa fase da vida, existem aumentos naturais em MC, estatura, MCM, potência aeróbia e força muscular. Sem a participação de um grupo CON, é difícil analisar se as mudanças ocorreram devido a aspectos sazonais, tais como mudança de clima e temperatura, ou devido ao crescimento natural nessa fase da vida, ou, ainda, devido a fatores motivacionais, em virtude de estar-se participando de um programa de intervenção. Esse estudo preocupou-se em acompanhar um grupo CON de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesos que não participaram do programa de treinamento físico e que realizaram normalmente as suas atividades diárias.

No grupo EXP, 33 e 67%; e no grupo CON, 40 e 60%, estavam acima do percentil 85 e 95 do IMC, respectivamente, segundo Cole *et al.* (2000). Já segundo Anjos *et al.* (1998) que apresentam dados de sobrepeso e de obesidade para meninos e meninas brasileiros, e utilizando os mesmos pontos de corte, todos os componentes do grupo EXP e CON eram obesos. Utilizando os dados da DEXA e considerando como sobrepeso até 30% de GC, 16,7% do grupo EXP e 20% do grupo CON apresentavam esse quadro. Além de esses percentuais serem bastante próximos, os resultados das avaliações iniciais entre os grupos EXP e CON não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, comprovando a similaridade desses grupos.

Um dos grandes problemas na realização de intervenções com atividade física é a aderência dos participantes ao programa. Incluímos mais crianças no grupo EXP do que o sugerido pelo cálculo amostral devido à chance de desistência dos participantes; mas a aderência do grupo EXP foi de 81,8%, sendo este um bom índice, já que Sothorn *et al.* (2000) com treinamento de força em crianças e adolescentes obesos demonstraram 79% de aderência. A aderência conseguida no presente estudo foi possível devido à motivação dos meninos, por meio da grande ênfase dada aos objetivos do programa; à realização de sorteio de brinde e entrega de prêmios em forma de nota (chamado GIP) pelo Colégio, para os meninos mais assíduos às aulas; e à semana de atividades recreativas, que ocorreu na primeira semana de cada mesociclo.

Das 48 sessões de treinamento, a média de participação foi de 94,2% (45,2 aulas). Apenas um menino foi excluído por excesso de faltas. Sung *et al.* (2002) com obesos e Pikosky *et al.* (2002) com não-obesos, após treinamento de força, mostraram adesão de 83 e 95%, respectivamente, nas sessões de treinamento, dados que são similares aos do presente estudo.

No presente estudo, houve a tentativa de controle das variáveis intervenientes estágio maturacional, ingestão alimentar e GED. Em relação ao estágio maturacional, os grupos EXP e CON apresentaram, inicialmente, estágios maturacionais similares, sendo 72% compostos por púberes e 28% por pós-púberes no grupo EXP; e 70% compostos por púberes e 30% por pós-púberes no grupo CON. Se a constituição dos grupos EXP e CON fosse diferente em relação ao estágio maturacional, poderiam ocorrer problemas devidos ao crescimento natural nessa fase (MALINA; BOUCHARD, 1991), o qual está diretamente relacionado com a composição corporal, a potência aeróbia e a força.

Em relação à ingestão e ao GED durante o período estudado houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos apenas em relação à ingestão alimentar e apenas na semana 5, quando o grupo CON diminuiu sua ingestão alimentar tanto em relação às outras semanas avaliadas, como em relação ao grupo EXP. Acreditamos que essa diferença não foi capaz de confundir os resultados finais, já que ocorreu em apenas uma das várias semanas avaliadas.

Quando analisamos a relação entre ingestão e gasto energético dos grupos EXP e CON, podemos perceber uma leve tendência de equilíbrio energético positivo no grupo EXP e equilíbrio energético negativo no grupo CON. Considerando que mesmo pequenos aumentos na ingestão calórica acima do necessário para a manutenção do peso já vão resultar em um ganho substancial de peso em um ano (ROSENBAUM; LEIBEL, 1998), podemos inferir que o grupo EXP esteve com maiores chances de aumentar sua MC e GC mediante a relação ingestão/gasto durante o período do estudo. Mesmo assim, o grupo EXP apresentou benefícios na composição corporal comparado ao grupo CON, talvez devidos ao programa de exercícios físicos a que esse grupo foi submetido.

A média da ingestão calórica nos pré-testes dos grupos EXP e CON no presente estudo foi de 2.495 kcal/d, ficando um pouco abaixo da faixa indicada pela literatura para não-obesos, que seria de 2.500 kcal/d para meninos entre 11 e 14 anos de idade, e 3.000 kcal/d para meninos de 15 a 18 anos de idade (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989), o que pode mostrar uma subestimativa no registro alimentar. Porém esse não foi um problema, já que o objetivo do registro alimentar de três dias foi o acompanhamento do padrão alimentar durante o estudo, em detrimento da estimativa de calorias ingeridas.

Berkey *et al.* (2000) com meninos não-obesos de 13 e 14 anos de idade (IMC=20,47) apresentaram ingestão calórica média de 2.370 kcal/d, valor similar ao estimado pelo atual estudo. Da mesma forma, Mikami *et al.* (2003), com meninos japoneses obesos pré-púberes de 11 a 12 anos de idade, mostraram médias de ingestão calórica de 2.665 kcal/d e GED de 2.662 kcal, valores similares aos do presente estudo. Vale ressaltar que o primeiro autor utilizou como estimativa da ingestão alimentar um questionário de frequência alimentar; e o último, um recordatório de três dias consecutivos.

Comparados com o presente estudo, Denadai *et al.* (2003) e Lazzer *et al.* (2004) com adolescentes obesos mostraram maiores valores de ingestão calórica (3.098 e 4.184 kcal/d, respectivamente); porém esses autores utilizaram outros métodos de avaliação de ingestão calórica, e as amostras apresentavam maiores valores de %GC e de IMC.

Em relação ao GED, Bitar *et al.* (1999) com meninos púberes e pós-púberes não-obesos mostraram valor de 2.774 kcal durante 24 horas com calorimetria de corpo inteiro. Esses dados estão um pouco acima dos dados de pré-testes do presente estudo, coletados com recordatório de dois dias (2.609 kcal), mas são similares aos dados de pós-teste (2.722 kcal). Além disso, esses dados confirmam a

idéia de que meninos adolescentes obesos ou não-obesos apresentam valores absolutos similares de GED; porém tornam-se menores para os obesos, que apresentam MC e GC maiores. Assim, obesos necessitariam de um maior valor de GED para alcançar a perda de peso.

5.1 TREINAMENTO FÍSICO MISTO EM CIRCUITO

O programa de treinamento físico foi realizado em um circuito composto por exercícios aeróbios intercalados com exercícios dinâmicos de força muscular.

Em relação à carga de treinamento aeróbio, o ideal seria que cada aluno utilizasse um freqüencímetro para controle da sua zona-alvo de freqüência cardíaca. Como não foi possível a utilização desse material, utilizamos a prescrição do treinamento aeróbio por meio da escala de Borg. Ward e Bar-Or (1990) mostraram que crianças podem usar a escala de Borg (1970) para controle da intensidade de exercício. Essa escala foi cuidadosamente explicada e ensinada aos meninos, e foi indicada a manutenção do esforço físico entre os valores de 12 e 13 (atividade física “árdua”), valores esses associados a 55 a 70% do $VO_{2máx}$. (ACSM, 2000). No momento da realização do exercício aeróbio, sempre havia o estímulo dos instrutores para que os meninos chegassem até a faixa estipulada e a mantivessem.

Os exercícios de força foram realizados em equipamentos que, quando necessário, foram adaptados ao tamanho das crianças. Não foram utilizados pesos livres em função da segurança limitada desses equipamentos e também pelo fato de os meninos serem iniciantes nessa modalidade de treinamento. Além disso, os aparelhos de musculação facilitam a estabilidade das articulações e o uso de grupos musculares específicos, características fundamentais para ganhos de força muscular (FAIGENBAUM; WESTCOTT, 2001).

A carga de treinamento variou de 50 a 80-85% de 1RM, e esses valores foram escolhidos por promoverem adaptações na resistência, na força e na hipertrofia musculares (RAMSAY *et al.*, 1990). Segundo Fleck e Kraemer (1999), programas de treinamento que apresentam variações na intensidade das cargas e no volume das repetições parecem promover maiores adaptações de força muscular. Quanto à duração de 16 semanas, Sale (1988) propõe que é o suficiente para a promoção das adaptações neurais, que ocorrem nas primeiras semanas; e para a hipertrofia muscular, que, a partir da 10^a. semana, seria a maior responsável pelo aumento da força muscular.

O treinamento físico que engloba um treinamento de força muscular é uma atividade importante para crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade, porque nessa atividade, eles não precisam sustentar o peso do próprio corpo, o que ocorre em atividades aeróbias, tais como, corrida e caminhada. Isso pode ser importante para a aderência ao exercício físico, já que requer menor esforço para a sustentação do próprio corpo. Grande parte dos meninos do presente estudo demonstrou satisfação com esse tipo de exercício físico, já que houve aderência ao programa e continuidade após seu término.

Outra vantagem quando se inclui o treinamento de força muscular em um programa de perda de peso é a melhora da auto-estima devida à rapidez com que os resultados aparecem; mas, infelizmente, a auto-estima, que é um fator importante para grupos de meninos com sobrepeso e obesos, não foi medida.

Além da aderência ao exercício físico, o aumento da força muscular alcançado com esse tipo de treinamento é importante porque os indivíduos com sobrepeso ou obesos podem sustentar a mesma atividade física por mais tempo ou sustentar uma maior intensidade de atividade física pelo mesmo período, sem desenvolver fadiga. Ambas as estratégias permitirão que esses indivíduos gastem

mais energia enquanto participam de atividades diárias, recreativas ou esportivas.

Como os indivíduos com sobrepeso ou obesos apresentam características próprias em relação à motivação, à adesão e a respostas ao treinamento físico (GRILO; BROWNELL, 2003), poder-se-ia imaginar que eles preferissem treinar com seus pares. Essa hipótese foi cogitada no início deste estudo; mas, como essa prática não acontece atualmente nas academias e no dia-a-dia, escolhemos a realização do treinamento físico em um horário normal da academia e com a presença de todos os tipos de praticantes, por acreditarmos que essa forma traduziria melhor a prática cotidiana.

É importante ressaltar que nenhuma lesão ocorreu em decorrência do TM.

5.2 ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Em relação à antropometria, os dois grupos aumentaram em estatura, e o grupo EXP obteve menor aumento na sua MC do que o grupo CON. O grupo CON aumentou 2,8 kg, e o grupo EXP aumentou 1,53 kg, sendo que apenas o aumento do grupo CON foi estatisticamente significativo.

Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de IMC pré e pós-avaliações para os grupos EXP e CON; mas, em valores percentuais, 66,7% do grupo EXP e apenas 40% do grupo CON diminuíram seus valores de IMC.

Em relação à composição corporal, apenas o grupo EXP apresentou diminuição estatisticamente significativa no %GC (-6%). Comparando com os dados de Ballor et al (1988), que realizaram apenas treino de força durante oito semanas com mulheres obesas e sem restrição calórica, vemos a diminuição de 3,4 % GC, que ficou abaixo do encontrado no presente estudo.

O igual aumento da MCM total dos grupos EXP e CON deveu-se a fatores de crescimento (MALINA; BOUCHARD, 1991). O fato de a maioria ser púbere talvez explique a falta de um maior aumento da MCM em resposta ao treinamento físico no grupo EXP. Além disso, talvez, para meninos com sobrepeso ou obesos comparados a não-obesos, seja necessário um maior tempo ou uma maior carga de treinamento (FALK *et al.*, 2002, KELSEY *et al.*, 2004), para alcançar aumentos significativos em relação à força e à MCM.

Quando compartimentada em braço, perna e tronco, a MCM de braço apresentou aumento estatisticamente significativo apenas no grupo EXP (9,5%), e atribuímos esse aumento ao programa de treinamento a que esse grupo foi submetido.

Em relação à composição corporal, Blaak *et al.* (1992) mostraram aumento significativo na MCM (0,8 kg) após treinamento aeróbio; porém, sem o acompanhamento de um grupo CON e na idade estudada (10,7 anos de idade), esse aumento provavelmente deveu-se ao crescimento e ao desenvolvimento naturais da amostra, como ocorreu após o treinamento de força de Treuth e colegas (1998a) com meninas pré-púberes obesas, em que tanto o grupo EXP quanto o grupo CON de não-obesas apresentaram igual aumento na MCM.

Após o treinamento de força em circuito e com dieta alimentar restritiva, Sung *et al.* (2002) mostraram benefícios no perfil lipídico e aumentos na MCM em crianças obesas. Porém esses autores não apresentaram benefícios na MC e na GC, o que ocorreu no presente estudo, talvez devido ao incremento do gasto energético mediante a inclusão do treino aeróbio.

Schwingshandl *et al.* (1999) analisaram crianças obesas e mostrou aumento da MCM do grupo que realizou dieta mais treino de força duas vezes por semana, durante 12 semanas, comparada a de um grupo que realizou apenas dieta

alimentar. Nosso estudo não mostrou diferenças no aumento da MCM entre os grupos EXP e CON, talvez porque o treinamento tenha sido o misto e não apenas o de força, como foi utilizado por Schwingshandl e colaboradores. Outra explicação para isso pode ter sido a limitação da avaliação da composição corporal dos autores citados, a bioimpedância, uma medida não tão confiável e acurada de composição corporal (VALERO *et al.*, 1994).

Com um programa multidisciplinar de redução de peso que incluiu o TM, Lazzer *et al.* (2004) com adolescentes de ambos os sexos com obesidade severa mostraram uma maior diminuição de MC (16,9 kg) e GC (15,2 kg) do que os apresentados no presente estudo; porém a comparação é difícil, já que a amostra de Lazzer e colaboradores realizou nove meses de treinamento físico e dieta alimentar restritiva.

Mayo *et al.* (2003) com recrutas militares obesos de 19,8 anos analisaram o efeito de um treinamento físico misto na composição corporal. Os recrutas realizaram treinamento militar das Forças Armadas durante quatro meses e foram comparados a um grupo CON de obesos que não realizaram treinamento. Esse estudo mostrou que, por meio de um grande volume de exercícios físicos e sem restrição alimentar, houve diminuição significativa da MC (12 kg) e da GC (9,1%), sem diminuição da MCM, mostrando a eficácia de um treinamento com características mistas. Apesar desses resultados, a manutenção de um volume tão grande de treinamento físico é impraticável a longo prazo.

5.3 TAXA METABÓLICA BASAL

Como os valores de MCM não foram diferentes entre os grupos EXP e CON, não foi surpreendente que a TMB tenha permanecido a mesma após as 16 semanas do

estudo, sem diferenças entre os grupos. Talvez, com um maior tempo de treinamento, pudesse haver um aumento na MCM e um concomitante aumento na TMB.

As diferentes condições climáticas poderiam influenciar a temperatura do ambiente, influenciando a TMB, visto que temperaturas acima ou abaixo da zona térmica da neutralidade aumentariam o gasto energético através do suor ou do tremor, para manter a temperatura corporal constante. Como os pré-testes foram realizados no verão e os pós-testes no início do inverno, poder-se-ia imaginar que por meio de possíveis adaptações fisiológicas devidas ao clima, houvesse uma tendência de aumento na TMB; mas acreditamos que o mesmo não ocorreu devido a todos os cuidados tomados relativos à padronização das vestimentas dos indivíduos e do ambiente (temperatura, umidade e pressão do ar) nos pré e pós-testes (WAHRLICH; ANJOS, 2001). Além disso, o grupo CON esteve sujeito às mesmas condições climáticas do grupo EXP.

Em relação à influência da ansiedade na TMB, podemos analisar os dados de Schmidt *et al.* (1996), que realizaram duas medidas de TMR em um grupo de homens mais ansiosos comparadas as de um grupo de homens menos ansiosos. A TMR foi maior nas duas medidas no grupo dos mais ansiosos do que no grupo dos menos ansiosos; além disso, houve um efeito significativo do tempo entre a primeira e a segunda medidas, mostrando que o estado de ansiedade foi reduzido na segunda medida. Então, também no presente estudo, poderia ter ocorrido uma pequena diminuição da ansiedade nos pós-testes, devida ao conhecimento prévio da avaliação. Por isso, realizamos a análise estatística entre os valores médios do RER dos grupos EXP e CON juntos (pré-testes=0,81 e pós-testes=0,78) e divididos por grupo (pré-testes EXP=0,79 e CON=0,82; e pós-testes EXP=0,78 e CON=0,77), e os dados não foram estatisticamente diferentes.

Estudos com idosos (HUNTER *et al.*, 2000, PRATLEY *et al.*, 1994) e adultos

(LEMMER *et al.*, 2001) mostraram aumento da MCM e, conseqüentemente, da TMB, utilizando o treinamento de força muscular. Existem várias explicações para isso: treinamento diferente do utilizado no presente estudo; intervenções com duração igual ou maior do que a desse estudo (26, 16 e 24 semanas respectivamente); e realização com idosos e adultos, sendo o último realizado com homens de 25 anos, que possuem um maior nível de testosterona do que crianças e adolescentes, o que facilitaria o aumento da MCM.

Quando analisamos estudos com crianças e adolescentes, sem prescrição de dieta alimentar e apenas com a intervenção com treinamento físico aeróbio, vemos que Blaak e colegas (1992) apresentaram resultado semelhante ao do presente estudo, pois, apesar de ter realizado um tipo de treinamento diferente, mostrou aumento significativo de MCM sem aumento concomitante na TMR.

De forma diferente e com o treinamento de força, Treuth e colegas (1998a e b) com meninas pré-púberes obesas apresentaram aumentos na MCM do grupo EXP e do grupo CON, com aumentos na TMR absoluta. Quando ajustada pela MC ou pela MCM, essa diferença desapareceu, mostrando que esses aumentos foram devidos ao crescimento natural. Esse aumento da TMR nesse grupo pode ter ocorrido devido à maior duração do programa, que foi de cinco meses, comparado a 16 semanas do presente estudo e apenas a um mês de Blaak *et al.* (1992).

Programas de intervenção para adolescentes obesos com exercícios físicos que incluíam exercícios de força muscular e dieta alimentar mostram a importância da MCM nos parâmetros de TMR e TMB. Apesar de apresentarem resultados diferentes em relação à MCM, Lazzer *et al.* (2004) apresentaram diminuição da MCM e concomitante declínio da TMB após nove meses de programa de perda de peso; enquanto que Sothorn *et al.* (1999) mostraram MCM e TMR inalteradas após 10 semanas de programa similar.

Molnár e Schutz (1997) com obesos de faixa etária e média de composição corporal similares às do presente estudo (12,8 anos; GC 26,2 kg; e MCM = 48,1 kg) apresentaram valores de TMR de 1.727 kcal/d, que é levemente inferior ao valor absoluto médio de pré-teste encontrado no presente estudo (1.903 kcal/d). Isso pode ter ocorrido devido ao fato de que Molnár e Schutz coletaram os dados durante 45 min, protocolo diferente do utilizado neste estudo. Stensel *et al.* (2001) (13,6 anos; GC=42,5%; e MCM=40,5 kg), apesar de ter usado protocolo de tempo de coleta similar ao presente estudo, também apresentou média de TMR de 1.702 kcal/d; mas, na análise da composição corporal da amostra de Stensel e colegas, percebemos que seu grupo possuía valor de MCM bem menor do que o da amostra do presente estudo. Assim, a diferença no valor de TMB pode ser devida à MCM, que é um importante preditor da TMB.

Sothorn *et al.* (1999) mostraram valor de TMR de 1.685 kcal/d para meninas e meninos obesos com média de 10,8 anos de idade. Esse valor pode ter sido menor que o encontrado neste estudo devido às diferenças de gênero e idade das amostras.

Van Mil *et al.* (2001) apresentaram, por meio de análise de regressão, dados de TMB média de adolescentes obesos de ambos os sexos (14,5 anos de idade) de 1.998 kcal/d, valor similar ao encontrado em nosso estudo, apesar de apresentar apenas a média de MCM e de idade dos obesos de ambos os sexos em conjunto, apresentando maior média de MCM (53 kg) do que a do presente estudo (45,4 kg). Quando os adolescentes foram divididos por gênero, os meninos (12 a 18 anos de idade) apresentaram valor de TMB de 2.129 kcal/d.

Não atribuímos as diferenças de TMB encontradas às diferenças climáticas entre os países, já que crescem as evidências de que, quando se comparam grupos de MCM semelhantes, essas diferenças não ocorrem (WAHRLICH; ANJOS, 2001).

5.4 PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO

Goran *et al.* (2000) estudaram a obesidade relacionada ao $VO_{2m\acute{a}x.}$ Esses autores apresentam dados de meninos e meninas de nove anos (GC 39,7%; MCM 26,4 kg), sendo $VO_{2m\acute{a}x.}$ absoluto, relativo à MC e relativo à MCM de 1,56 l/min; 32 ml/kg/min e 59,2 ml/kg/min, respectivamente, valores similares ou levemente superiores aos encontrados no presente estudo. Esses autores concluem que o $VO_{2m\acute{a}x.}$ é independente da GC, e que esta não prejudica a capacidade aeróbia máxima e sim a submáxima, já que os obesos precisam sustentar uma MC maior. Assim, os obesos apresentariam o $VO_{2m\acute{a}x.}$ relativo à MC reduzido, já que a capacidade aeróbia máxima depende da MC, e os obesos requerem uma maior proporção da sua capacidade aeróbia nas atividades em que precisam sustentar ou transportar o seu corpo.

O VO_{2pico} absoluto do grupo EXP aumentou 12% comparado a 4,7% do grupo CON; e, quando relativo à MC esses valores caíram para 10 e 2,8%, respectivamente. Tais aumentos foram significativos apenas no grupo EXP. Quando relativos à MCM, o VO_{2pico} não apresentou diferenças entre os grupos EXP e CON, mostrando que a MCM tem maior importância que a MC nos resultados de VO_{2pico} .

O aumento do VO_{2pico} absoluto e relativo à MC do grupo EXP comparado ao do grupo CON, no presente estudo, pode ter ocorrido devido ao tipo de treinamento utilizado (TM em circuito). Segundo Fleck e Kraemer (1999), o treinamento em circuito é mais efetivo para ganhos no $VO_{2m\acute{a}x.}$ Também o treinamento de força muscular pode promover adaptações na força, na capilarização e na capacidade oxidativa dos grupos musculares treinados (MAIORAMA *et al.*, 2000a), promovendo benefícios na potência aeróbia. Neste estudo, os meninos encontravam-se nos estágios maturacionais púbere e pós-púbere, o que pode ter possibilitado parte dos

aumentos na potência aeróbia, o que não ocorreu em intervenção com meninos pré-púberes após treinamento de força de 12 semanas (SANT'ANNA, 2002).

Intervenções que incluíram exercícios físicos aeróbios foram analisadas. Deforche *et al.* (2003) que estudaram adolescentes com IMC de 34,8 e GC de 45% mostrou, após programa de 33 semanas que incluiu dieta alimentar e treinamento aeróbio, a diminuição de GC, MC, IMC e MCM. Os valores iniciais do $VO_{2\text{pico}}$ absoluto, relativo à MC e relativo à MCM foram 2,6 l/min, 26,7 ml/kg/min e 48,4 ml/kg/min, respectivamente; após a intervenção, apenas o $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC aumentou significativamente (23%), indo para 32,9 ml/kg/min. Os valores iniciais de Deforche e colegas foram muito semelhantes aos do presente estudo. Apesar da diminuição da MCM e do tipo de treinamento utilizado, que foi o aeróbio, Deforche e colegas também apresentaram aumento do $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC, embora em um maior percentual do que o encontrado no presente estudo, e não encontrou diferenças no $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MCM.

Já Blaak *et al.* (1992) com meninos obesos de 10,7 anos, com MCM de 35 kg e GC de 32,4%, mostraram $VO_{2\text{pico}}$ absoluto, relativo à MC e relativo à MCM de 2,4 l/min, 45,1 ml/kg/min e 66,2 ml/kg/min, respectivamente, valores mais altos do que os encontrados no presente estudo e bastante altos para meninos obesos, chegando a ultrapassar o valor referencial de $VO_{2\text{máx}}$ relativo à MC de meninos não-obesos de 5 a 17 anos, que é de 42 ml/kg/min (CURETON; WARREN, 1990). Talvez, pelo treinamento aeróbio ter durado apenas um mês e pelos valores iniciais serem altos, Blaak e colegas não tenham apresentado aumentos no $VO_{2\text{máx}}$ absoluto, relativo à MC e à MCM após o treinamento, apesar do aumento significativo na MCM.

Com o treinamento de força, Treuth e colegas (1998b), em um estudo com meninas pré-púberes obesas examinaram um grupo que treinou (TF) durante 20

min, três vezes por semana e durante 5 meses, comparado a um grupo CON de não-obesas. O $VO_{2máx.}$ aumentou nos grupos TF e CON, sendo 14 e 17%, respectivamente, valores similares aos encontrados no presente estudo. Quando covariado pela MC ou pela MCM, não houve aumento no $VO_{2máx.}$, concluindo-se que o aumento foi devido ao crescimento e ao desenvolvimento naturais nessa fase da vida. Já Weltman *et al.* (1986) após 14 semanas de treinamento de força em circuito mostraram aumentos de 19 e 14% no $VO_{2máx.}$ absoluto e relativo à MC, respectivamente, de pré-púberes não-obesos, resultados de maior ganho de $VO_{2máx.}$ do que os encontrados por Treuth e colaboradores (1998b) e Sant'anna (2002), talvez devido ao método de treinamento utilizado, que foi em circuito.

Dados de Mikami *et al.* (2003) mostraram valores de $VO_{2máx.}$ absoluto em cicloergômetro de 1,82 l/min e relativo à MC de 34,1 ml/kg/min para japoneses pré-púberes obesos de 11 a 12 anos com MCM de 52,6 kg. Esses resultados não são facilmente explicados; já que, apesar de menor média de MCM (47 kg), os adolescentes do presente estudo apresentaram valores absolutos de $VO_{2máx.}$ superiores aos de Mikami e colegas.

5.5 FORÇA MUSCULAR

A força muscular de FCo e de EJ do grupo EXP aumentou 47,1 e 40,6% comparada a 9,6 e 11,7% do grupo CON, respectivamente. Os grupos EXP e CON apresentaram aumentos significativos durante o período do estudo, porém o aumento foi significativamente ainda maior no grupo EXP.

Os mesmos exercícios de força muscular realizados durante o programa de TM (FCo e EJ) foram avaliados.

Como os grupos EXP e CON aumentaram significativamente a MCM, o aumento maior de força de EJ do grupo EXP pode ser devido, em parte, a maior coordenação motora decorrente de adaptações neurais após o treinamento. Essas adaptações neurais são devidas ao aumento da sincronização das unidades motoras e ao aumento da ativação neuromuscular (OZMUN *et al.*, 1994). O maior aumento da força de FCo do grupo EXP pode ter sido devido ao maior aumento da MCM de braço do grupo EXP comparado ao do grupo CON. Existe um maior declínio da força em membros superiores de meninos e meninas, o que é preocupante, pois essa fraqueza pode limitar as tarefas esportivas e de lazer (FLECK; KRAEMER, 1999). Devido a isso, programas de treinamento de força geralmente mostram maiores ganhos percentuais em membros superiores do que membros inferiores. Vale, aqui, ressaltar a importância da força muscular em crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade com o objetivo de diminuir a fadiga muscular quando realizam atividades físicas recreativas, esportivas ou diárias.

Faigenbaum *et al.* (1993) mostraram aumentos de 78% (de 4,6 para 8,3 kg) de FCo e de 64,5% (de 12 para 21 kg) de EJ após oito semanas de treino de força; e aumentos de 12% (de 4,7 para 5,3 kg) em FCo e 14% (de 12 para 13,8 kg) em EJ no grupo CON. Esses meninos tinham 10,8 anos de idade, estavam nos estágios maturacionais 1 e 2 de Tanner e não eram obesos. Eles apresentaram percentuais de aumento de força maiores do que os encontrados no presente estudo, talvez devidos ao diferente tipo de treinamento utilizado ou à possível necessidade de um maior tempo ou uma maior carga de treinamento para o mesmo percentual de aumento da força muscular de meninos com sobrepeso ou obesos comparados a não-obesos (FALK *et al.*, 2002). Além disso, podemos perceber o maior aumento percentual de força muscular de membros superiores no grupo EXP e um maior

aumento em membros inferiores no grupo CON, já que estes membros são mais fortalecidos do que os superiores nas atividades diárias, mostrando a importância do treinamento de força para membros superiores (FLECK; KRAEMER, 1999).

Pikosky *et al.* (2002), após seis semanas de treino de força com crianças de 8,6 anos não-obesas, mostraram aumentos de força de EJ de quase 73% (de 18 para 31 kg) e maiores do que os encontrados no presente estudo, mostrando a grande janela de adaptação e treinabilidade da força muscular em crianças em idades precoces.

Treuth e colegas (1998b), com meninas pré-púberes obesas, examinaram os efeitos do treinamento de força durante 20 min, três vezes por semana e durante cinco meses em um grupo (TF) comparados aos de um grupo CON de não-obesas. Esses autores apresentaram aumento de força de 19,6% em membros superiores e 20% em membros inferiores no grupo TF. Esses valores percentuais estão abaixo dos apresentados no presente estudo; porém Treuth e colegas usaram exercícios diferentes dos neste utilizados para avaliação da força de 1RM, e durou apenas 20 min por sessão.

5.6 ATIVIDADES SEDENTÁRIAS

O presente estudo apresentou, por meio de questionário de atividade física, uma média de 29 horas semanais gastas em atividades sedentárias. Tal dado é similar em outros estudos que mostram cerca de 4,8 horas diárias (BERKEY *et al.*, 2000) ou cerca de 24 horas semanais (BAR-OR *et al.*, 1998) para essas atividades. Por meio desses dados, podemos perceber o grande montante de tempo utilizado por crianças e adolescentes para as atividades sedentárias.

Estudos (ANDERSEN *et al.*, 1998, AMERICAN ACADEMY OF

PEDIATRICS, 2003) têm recomendado a limitação à TV para uma ou duas horas diárias, sugerindo que crianças que assistem a quatro ou mais horas de TV por dia apresentam um maior IMC do que aquelas que assistem a menos de duas horas. O limite à TV, *videogames* e jogos no computador compelirá as crianças e os adolescentes à escolha de outras atividades de lazer, muitas das quais gerarão mais atividade física, facilitando a diminuição do peso corporal e trazendo benefícios à saúde.

A TV também apresenta principalmente comerciais e propagandas de alimentos de alto valor calórico, educando para maus hábitos alimentares. Além disso, muitas vezes, lanches e alimentos com alto teor de gordura e açúcar são ingeridos enquanto se assiste à TV.

Para concluir, percebemos a importância de uma alimentação saudável e equilibrada na perda de peso inicial (GARROW; SUMMERBELL, 1995), mas um treinamento físico que inclua o treinamento de força é primordial para o aumento do gasto calórico e para a manutenção ou o aumento da MCM, que é um bom preditor da prevenção do retorno do peso corporal (MCINNIS *et al.*, 2003, SCHWINGSHANDL *et al.*, 1999, SCHWINGSHANDL; BORKENSTEIN, 1995).

Ainda hoje, a obesidade é subestimada como doença, e a comunidade não sabe os riscos que ela representa para a saúde. As várias doenças causadas pela obesidade representam custos altíssimos para toda a sociedade. Como o seu manejo e tratamento são complexos, é importante investir na prevenção. Principalmente em crianças e adolescentes, é necessário o incentivo a um estilo de vida saudável, com atividade física adequada e prazerosa, a qual o indivíduo mantenha por toda a vida. Assim, certamente ocorrerá uma conseqüente manutenção do peso corporal e benefícios em todos os parâmetros de saúde.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se afirmar que o programa de treinamento físico misto em circuito foi eficiente para produzir menor aumento de MC, diminuição de GC e aumentos da MCM de braço, do $VO_{2\text{pico}}$ absoluto, do $VO_{2\text{pico}}$ relativo à MC e de força de FCo e de EJ; entretanto, o programa não foi efetivo para aumentos na MCM TOT e na TMB quando se comparou o grupo EXP ao grupo CON.

Dessa forma, chegamos às seguintes conclusões:

- a) Os meninos submetidos a um programa de TM não apresentaram aumentos na MCM TOT quando comparada a do grupo CON. Apenas quando a MCM foi compartimentada em braço, perna e tronco, os meninos que treinaram apresentaram aumentos de MCM de braço; enquanto que os meninos que não treinaram não apresentaram ganhos na MCM de braço.
- b) Os meninos submetidos a um programa de TM apresentaram reduções no %GC quando comparado ao do grupo CON.
- c) Os meninos submetidos a um programa de TM não apresentaram aumentos na TMB quando comparada à do grupo CON.
- d) Os meninos submetidos a um programa de TM apresentaram aumentos de $VO_{2\text{pico}}$ quando comparado ao do grupo CON.

- e) Os meninos submetidos a um programa de TM apresentaram aumentos de força muscular quando comparada a do grupo CON.

7 LIMITAÇÕES

Como um fator limitante deste estudo, citamos:

- a) O tempo de duração do estudo, que foi de 16 semanas;
- b) A realização do estudo apenas com meninos;
- c) A falta de acompanhamentos nutricional e psicológico durante o período do estudo;
- d) Os resultados serem válidos apenas para esse grupo.

8 SUGESTÕES

Para estudos futuros, sugerimos:

- a) Estudos com duração ampliada para 24 semanas ou para um ano letivo completo, com intervalo nas férias de julho.
- b) Estudos realizados com meninas obesas.
- c) Estudos com acompanhamento nutricional e psicológico, objetivando a reeducação alimentar e a modificação comportamental.
- d) Estudos com maior número amostral, com divisão em grupos de treinamento, visto que grupos com mais de 10 participantes dificultariam as atividades, podendo causar prejuízos à eficiência do treinamento e à segurança dos participantes.
- e) Estudos que analisem os benefícios psicológicos e os benefícios no bem-estar e na qualidade de vida após treinamento físico, em adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, M. M.; LAMOUNIER, J. A.; COLOSIMO, E. A. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões Sudeste e Nordeste. **Jornal de Pediatria**, 78 (4): 335-340, 2002.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Committee on Nutrition. Prevention of pediatric overweight and obesity. **Pediatrics**, 112(2):424-430, 2003.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Clinical conditions influencing exercise prescription In: **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Lippincott, 6. ed., 2000.

_____. ACSM Position Stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33 (12):2145–2156, 2001.

ANDERSEN, R. E.; CRESPO, C. J.; BARTLETT, S. J.; CHESKIN, L. J.; PRATT, M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children. **Journal of the American Medical Association**, 279:938-942, 1998.

ANJOS, L. A.; VEIGA, G. V.; CASTRO, I. R. R. Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos. **Revista Panamericana de Salud Publica**, 3(3):164-173, 1998.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 8(4): 235-242, 1994.

BALLOR, D. L.; KATCH, V. L.; BECQUE, M. D.; MARKS, C. R. Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance. **American Journal of Clinical Nutrition**, 47:19-25, 1988.

BAR-OR, O. Pediatric Sports Medicine. **Physiologic principles to clinical applications**. New York: Springer, 1983.

BAR-OR, O. The juvenile obesity epidemic: is physical activity relevant? **Sports Science Exchange**, 16(2), 2003.

BAR-OR, O.; FOREYT, J.; BOUCHARD, C.; BROWNELL, K. D.; DIETZ, W.H.; RAVUSSIN, E.; SALBE, A. D.; SCHWENGER, S.; ST JEOR, S.; TORUN, B. Physical activity, genetic and nutritional considerations in childhood weight management. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 30:2-10, 1998.

BARANOWSKI, T.; DOMEL, S. A cognitive model of child's reporting of food intake. **American Journal of Clinical Nutrition**, 59:2125-2175, 1994.

BARLOW, S. E.; DIETZ, W. H. Obesity evaluation and treatment : expert committee recommendations. **Pediatrics**, 102(3): 29,1998.

BECQUE, M. D. KATCH, V. L. ROCCHINI, A. P.; MARKS, C. R. MOREHEAD, C. Coronary risk incidence of obese adolescents: reduction by exercise plus diet intervention. **Pediatrics**, 81(5):605-661, 1988.

BERKEY, C. S.; ROCKETT, H. R. H.; FIELD, A. E.; GILLMAN, M. W.; FRAZIER, A. L.; CAMARGO JR, C. A.; COLDITZ, G. A. Activity, dietary intake and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. **Pediatrics**, 105(4): e56, 2000.

BESSARD, T.; SCHUTZ, Y.; JEQUIER, E. Energy expenditure and postprandial thermogenesis in obese women before and after weight loss. **American Journal of Clinical Nutrition**, 38:680-693, 1983.

BITAR, A.; FELLMANN, N. VERNET, J.; COUDERT, J.; VERMOREL, M. Variations and determinants of energy expenditure as measured by whole-body indirect calorimetry during puberty and adolescence. **American Journal Clinical Nutrition**, 69(6):1209-1216, 1999.

BLAAK, E. E.; WESTERTEP, 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**, 55:777-782, 1992.

BLAIR, S. N.; KOHL, III H. W.; BARLOW, C. E.; PAFFENBARGER Jr., R. S.; GIBBONS, L. W.; MACERA, C. A. Changes in physical fitness and all-cause mortality. **Journal of the American Medical Association**, 273(14):1093-1098, 1995.

BLIMKIE, C. J. R. Age and sex associated variation in strength during childhood; anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic and physical activity correlates. In: GISOLFI, C. V.; LAMB, D. R., eds. **Youth Exercise and Sport**. Indianápolis: Benchmark Press, 1989. p. 99-163.

BOMPA, T.O. **A periodização no treinamento desportivo**. São Paulo: Manole, 2001.

BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. **Scandinavian Journal Rehabilitation**, 2(3):92-98, 1970.

BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A.; LEBLANC, C.; LORTIE, G.; SAVARD, R.; THERIAULT, G. A method to assess energy expenditure in children and adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, 37(3):461-467, 1983.

BRAY, G. A. Pathophysiology of Obesity. **American Journal of Clinical Nutrition**, 55:488s-94s, 1992.

BROEDER, C. E.; BURRHUS, K. A.; SVANEVIK, L. S.; WILMORE, J. H. The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. **American Journal of Clinical Nutrition**, 55(4):802-810, 1992.

BULLOUGH, R. C.; MELBY, C. L. Effect of inpatient versus outpatient measurement protocol on resting metabolic rate and respiratory exchange ratio. **Annals of Nutrition and Metabolism**, 37:24-32, 1993.

COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, 320:1-6, 2000.

CONSENSO LATINO AMERICANO SOBRE TRATAMENTO DA OBESIDADE – CLAO - Federación Latinoamericana de Sociedades de Obesidad (FLASO) – October 1998. In: **Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade** [Internet]. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/downloads.htm>>. Acesso em: 02 out. 2003.

CURETON, K. J.; WARREN, G. L. Criterion-referenced standards for youth health-related fitness tests: A tutorial. **Research Quarterly for Exercise and Sports**, 61:7-19, 1990.

DEFORCHE, B.; De BOURDEAUDHUIJ, I.; DEBODE, P.; VINAIMONT, F.; HILLS, A. P.; VERSTRAETE, S.; BOUCKAERT, J. Changes in fat-free mass and aerobic fitness in severely obese children and adolescents following a residential treatment programme. **European Journal Pediatric**, 162:616-622, 2003.

DELAGARDELLE, C.; FEIEREISEN, P.; AUTIER, P.; SHITA, R.; KRECKE, R.; BEISSEL, J. Strength/endurance training versus endurance training in congestive heart failure. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34(12):1868-1872, 2002.

DELANY, J. P.; HARSHA, D. W.; KIME, J. C.; KUMLER, J.; MELANCON, L.; BRAY, G. A. Energy expenditure in lean and obese prepubertal children. **Obesity Research**, 3:s67-s72, 1995.

DENADAI, R. C.; VÍTOLO, M. R.; MACEDO, A. S.; TEIXEIRA, L.; CEZAR, C.; DÂMASO, A. R. Efeitos do exercício moderado e da orientação nutricional sobre a composição corporal de adolescentes obesos avaliados por densitometria óssea (DEXA). **Revista Paulista de Educação Física**, 12(2):210-218, 1998.

DIMRI, G. P. Alterations in aerobic-anaerobic proportions of metabolism during work in heat. **European Journal of Applied Physiology**, 45(1):43-50, 1980.

DIONNE, I.; ALMÉRAS, N.; BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A. The association between vigorous physical activities and fat deposition in male adolescents.

Medicine and Science in Sports and Exercise, 32:(2)392-395, 2000.

DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **Journal of Applied Physiology**, 85(2):695-700, 1998.

ELIAKIM, A.; KAVEN, G.; BERGER, I.; FRIEDLAND, O.; WOLACH, B.; NEMET, D. The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents – a clinical experience. **European Journal Pediatrics**, 161:449-454, 2002.

EPSTEIN, L. H.; COLEMAN, K. J.; MYERS, M. D. Exercise in treating obesity in children and adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 28(4):428-435, 1996.

FAIGENBAUM, A. Strength training for children and adolescents. **Clinics in Sports Medicine**, 19(4):593-619, 2000.

FAIGENBAUM, A.; WESTCOTT, W. L. **Força e potência para atletas jovens**. São Paulo: Manole, 2001.

FAIGENBAUM, A.; ZAICHKOWSKY, L. D.; WESTCOTT, W. L.; MICHLI, L. J.; FEHLANDT, A. The effects of a twice-a-week strength training program on children. **Pediatric Exercise Science**, 5:339-346, 1993.

FALK, B.; SADRES, E.; CONSTANTINI, N.; ZIGEL, L.; LIDOR, R.; ELIAKIM, A. The association between adiposity and the response to resistance training among pre- and early-pubertal boys. **Journal Pediatric Endocrinology Metabolic / Metabolism**, 15(5):597-606, 2002.

FIGUEROA-COLON, R.; MATTHEW, M. S.; ALDRIDGE, R. A.; WINDER, T.; WEINSIER, R. L. Body composition changes in Caucasian and African American children and adolescents with obesity using dual-energy X-ray absorptiometry measurements after a 10 week weight loss program. **Obesity Research**, 6(5):326-331, 1998.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. In: MADURO, Cecy Ramires (Trad.). **Crianças e Treinamento de Força**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999. p.184-199.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. In: MADURO, Cecy Ramires (Trad.). **Princípios Básicos do Treinamento de Força e Prescrição de Exercícios**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999. p. 19-26.

FREEDMAN, D. S.; DIETZ, W. H.; SRINIVASAN, S. R.; BERENSON, G. S. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, 103(6):1175-1182, 1999.

GARROW J. S.; SUMMERBELL, C.D. Meta-analysis: effect of exercise, with or without dieting, on the body composition of overweight subjects. **European Journal Clinical Nutrition**, 49(1):1-10, 1995.

GATELY, P. J.; COOKE, C. B.; BUTTERLY, R. J.; KNIGHT, C.; CARROLL, S. The acute effects of an 8-week diet, exercise, and educational camp program on obese children. **Pediatric Exercise Science**, 12:413-423, 2000.

GELIEBTER, A.; MAHER, M. M.; GERACE, L.; GUTIN, B.; HEYMSFIELD S. B.; HASHIM, S. A. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, 66: 557-563, 1997.

GOLDSTEIN, D. J. Beneficial health effects of modest weight loss. **International Journal Obesity Related Metabolic Disorders**, 16:397-415, 1992.

GORAN, M. I. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity and food intake. **Pediatrics**, 101:505-518, 1998.

GORAN, M.; FIELDS, D. A.; HUNTER, G. R.; HERD, S. L.; WEINSIER, R. L. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. **International Journal of Obesity**, 24:841-848, 2000.

GRILO, C.M.; BROWNELL, K. D. Manual de Pesquisa das Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. In: TARANTO, Giuseppe (Trad.). **Intervenções para o controle do peso**. 4. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

GUTIN, B.; BARBEAU, P.; OWENS, S.; LEMMON, C. R.; BAUMAN, M.; ALLISON, J.; KANG, H-S.; LITAKER, M. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. **American Journal of Clinical Nutrition**, 75:818-826, 2002.

GUTIN, B.; CUCUZZO, N.; ISLAM, S.; SMITH, C.; MOFFAT, R.; PARGMAN, D. Physical training improves body composition of black obese 7-to 11-year-old girls. **Obesity Research**, 3:305-312, 1995.

GUTIN, B.; LITAKER, M.; ISLAM, S.; MANOS, T.; SMITH, C.; TREIBER, F. Body composition measurement in 9- to 11-yr-old children by dual-energy x-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, 63:287-292, 1996.

HUNTER, G. R.; WETZSTEIN, C. J.; FIELDS, D. A.; BROWN, A.; BAMMAN, M. M. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. **Journal of Applied Physiology**, 89:977-984, 2000.

IBGE. **Pesquisa de orçamento familiar (POF) 2002-2003** [Internet]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 fev. 2005.

KANG, H-S.; GUTIN, B.; BARBEAU, P.; OWENS, S.; LEMMON, C. R.; ALLISON, J.; LITAKER, M. S.; LE, N-A. Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34(12):1920-1927, 2002.

KATZEL, L. I.; BLEECKER, E. R.; COLMAN, E. G.; ROGUS, E. M.; SORKIN, J. D.; GOLDBERG, A. P. Effects of weight loss vs aerobic exercise training on risk factors for coronary disease in healthy, obese, middle-aged and older men. **Journal of the American Medical Association**, 274:1915-1921, 1995.

KELSEY, B.K.; PRICE, T.B.; MOYNA, N.M.; PESCATELLO, L.S.; CLARKSON, P.M.; SEIP, R.L.; ZOELLER, R.F.; GORDON, P.; ANGELOPOULOS, T.J. Adiposity alters muscle strength and size responses to resistance training in healthy men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 36:S352, 2004.

KNUTTGEN, H. G., KRAEMER, W. J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sport Science Research**, 1:1-10, 1987.

LAKKA, T. A.; VENÄLÄINEN, J. M.; RAURAMAA, R.; SALONEN, R.; TUOMILEHTO, J.; SALONEN, J. Relation of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men. **New England Journal Medicine**, 330:1549-1554, 1994.

LAZZER, S.; BOIRIE, Y.; MONTAURIER, C.; VERNET, J.; MEYER, M.; VERMOREL, M. A weight reduction program preserves fat-free mass but not metabolic rate in obese adolescents. **Obesity Research**, 12(2):233-240, 2004.

LEMMER, J. T.; IVEY, F. M.; RYAN, A. S.; MARTEL, G. F.; HURLBUT, D. E.; METTER, J. E.; FOZARD, J. L.; FLEG, J. L.; HURLEY, B. F. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33(4):532-541, 2001.

LEMURA, L. M.; MAZIEKAS, M. T. Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34(3):487-496, 2002.

MAIORAMA, A.; O'DRISCOLL, G.; CHEETHAM, C.; COLLIS, J.; GOODMAN, C.; RANKIN, S.; TAYLOR, R.; GREEN, D. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. **Journal Applied Physiology**, 88:1565-1570, 2000a.

MAIORAMA, A.; O'DRISCOLL, G.; DEMBO, L.; CHEETHAM, C.; GOODMAN, C.; TAYLOR, R.; GREEN, D. Effect of aerobic and resistance training on vascular function in heart failure. **American Journal Physiology Heart Circulation Physiology**, 279:H1999-H2005, 2000b.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. Growth, maturation, and physical activity. In: Risk factors and Children's Health, Champaign, Illinois, **Human Kinetics Books**, 1991.

MARX, J. O.; RATAMESS, N. A.; NINDL, B. C.; GOTSHALK, L. A.; VOLEK, J. S.; DOHI, K.; BUSH, J. A.; GOMEZ, A. L.; MAZZETTI, S. A.; FLECK, S. J.; HAKKINEN, K.; NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33(4):635-643, 2001.

MATSUDO, S. M. M.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V. K. R.; ANDRADE, D.; VALQUER, W. Nível de atividade física em crianças e adolescentes de diferentes regiões de

desenvolvimento. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, 3(4):14-26, 1998.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Sexual maturation level and body composition in girls (abstract). In: **Anais XIX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**, São Paulo, p.132, 1994.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Validity of self-evaluation on determination of sexual maturation level. In: CLAESSENS, A. C.; LEFEVRE, J.; VANDEN EYNDE, B. (Eds.). **Worldwide variation in physical fitness**. Leuven: Institute of Physical Education, 1993. p.106-109.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R.; ANDRADE, D.; ARAÚJO, T.; ROCHA, J. Physical fitness and time spent watching TV in children from low socio-economic region (abstract). **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 29(5):237, 1997.

MAYO, M. J.; GRANTHAM, J. R.; BALASEKARARAN, G. Exercise-induced weight loss preferentially reduces abdominal fat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35(2):207-213, 2003.

McARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. **Nutrição para o desporto e o exercício**. Equilíbrio energético, Exercício e Controle do Peso. Guanabara Koogan, 2001. p. 408.

_____. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4. ed., Guanabara Koogan, 1998.

MCINNIS, K. J.; FRANKLIN, B. A.; RIPPE, J. M. Counseling for physical activity in overweight and obese patients. **American Family Physician**, 67(6), 2003.

MELBY, C. L.; HO, R. C.; HILL, J. O. Avaliação do gasto energético humano. In: BOUCHARD, C. **Atividade Física e Obesidade**. Dulce Marino (Trad.). Manole, 2000. p. 117-150.

MELLO, E. D. **Atendimento ambulatorial versus programa de educação em obesidade infantil**. Porto Alegre [Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do SUL - UFRGS], 2003.

MIKAMI, S.; MIMURA, K.; FUJIMOTO, S.; BAR-OR, O. Physical activity, energy expenditure and intake in 11 to 12 years old japanese prepubertal obese boys. **Journal of Physiological Anthropology**, 22(1):53-60, 2003.

MOLÉ, P. A. Impact of energy intake and exercise on resting metabolic rate. **Sports Medicine**, 10(2): 72-87, 1990.

MOLNÁR, D.; SCHUTZ, Y. The effect of obesity, age, puberty and gender on resting metabolic rate in children and adolescents. **European Journal Pediatrics**, 156:376-381, 1997.

MONTEIRO, C. A.; CONDE, W. L.; POPKIN, B. M. Is obesity replacing or adding to undernutrition? Evidence from different social classes in Brazil. **Public Health Nutrition**, 5 (1a):105-112, 2002.

NATHAN, M. A.; FRATKIN, E. M.; ROTH, E. A. Sedentism and child health among nomadic pastoralists of northern Kenya. **Social Science Medical**, 43(4):503-15, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended dietary allowances**. 10. ed., Washington: National Academy Press, 1989, 284p.

NCHS, CDC. **Prevalence of overweight among children and adolescents: United States**, 1999. [Internet] Disponível em: <www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/over99fig1.htm>. Acesso em: 20 set. 2002.

NEUTZLING, M. B.; TADDEI, J. A. A. C.; SIGULEM, D. M. Overweight and obesity in Brazilian adolescents. **International Journal of Obesity**, 24:1-7, 2000.

OMS - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Conclusiones de las discusiones sobre juventud**. 42ª Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, OMS, 1989.

OWENS, S.; GUTIN, B.; ALLISON, J.; RIGGS, S.; FERGUNSON, M.; LITAKER, M.; THOMPSON, W. Effect of physical training on total and visceral fat in obese children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 31(1):143-148, 1999.

OZMUN, J. C.; MIKESKY, A. E., SURBURG, P. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 26:510-514, 1994.

PAFFENBARGER, R. S. JR.; HYDE, R. T.; WING, A. L.; HSIEH, C. C. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **New England Journal of Medicine**, 6; 314(10):605-613, 1986.

PHINNEY, S. D.; LaGRANGE, B.M.; O'CONNELL, M.; DANFORTH, E. Effects of aerobic exercise on energy expenditure and nitrogen balance during very low calorie dieting. **Metabolism**, 37:758-765, 1988.

PIKOSKY, M.; FAIGENBAUM, A.; WESTCOTT, W.; RODRIGUEZ, N. Effects of resistance training on protein utilization in healthy children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 34(5):820-827, 2002.

POEHLMAN, E. T. A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 21(5):515-525, 1989.

POEHLMAN, E. T.; DENINO, W. F.; BECKETT, T.; KINAMAN, K. A.; DIONNE, I. J.; DVORAK, R.; ADES, P. A. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, 87(3):1004-1009, 2002.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercício na saúde e na doença**. 2. ed., Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.

PRATLEY, R.; NICKLAS, B.; RUBIN, M.; MILLER, J.; SMITH, A.; SMITH, M.; HURLEY, B.; GOLDBERG, A. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50-to-65-year-old men. **Journal of Applied**

Physiology, 76(1):133-137, 1994.

PROGRAMA AGITA SÃO PAULO – **Manual do Programa Agita São Paulo** – Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul – CELAFISCS / Secretaria de Estado da Saúde. São Paulo, 1998.

RAMSAY, J. A.; BLIMKIE, C. J.; SMITH, K.; GARNER, S.; MACDOUGALL, J. D.; SALE, D. G. Strength training effects in prepubescent boys. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 22(5):605-614, 1990.

RAVUSSIN, E.; BURNAND, B.; SCHUTZ, Y.; JEQUIER, E. Energy expenditure before and during energy restriction in obese patients. **American Journal of Clinical Nutrition**, 41:753-759, 1985.

RAVUSSIN, E.; LILLIOJA, S.; KNOWLER, W. C.; Christin L., Freymond D., Abbott W. G., Boyce V., Howard B. V., Bogardus C. Reduced energy expenditure as a risk factor for body weight gain. **New England Journal Medicine**, 318:467-472, 1988.

RODRÍGUEZ, G; MORENO, L.; SARRÍA, A.; PINEDA, I.; FLETA, J.; PÉREZ-GONZÁLEZ, J. M.; BUENO, M. Determinants of resting energy expenditure in obese and non-obese children and adolescents. **Journal Physiology Biochemistry**, 58(1):9-15, 2002.

ROSENBAUM, M; LEIBEL, R. L. The physiology of body weight regulation: relevance to the etiology of obesity in children. **Pediatrics**,101:525–539, 1998.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 20(5):s135-s145, 1988.

SANT'ANNA, M. M. **Adaptações na força muscular, potência aeróbia e composição corporal de meninos submetidos a um programa de treinamento de força**. Porto Alegre [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul], 2002.

SARIS, W. H. M. The role of exercise in the dietary treatment of obesity. **International Journal of Obesity**, 17(supl.1):S17-S21, 1993.

SCHMIDT, W. D.; O'CONNOR, P. J.; COCHRANE, J. B.; CANTWELL, M. Resting metabolic rate is influenced by anxiety in college men. **Journal of Applied Physiology**, 80(2):638-642, 1996.

SCHWINGSHANDL, J.; BORKENSTEIN, M. Changes in lean body mass in obese children during a weight reduction program: effect on short term and long term outcome. **International Journal Obesity Related Metabolic Disorders**, 19(10):752-5, 1995.

SCHWINGSHANDL, J.; SUDI, K.; EIBL, B.; WALLNER, S.; BORKENSTEIN, M. Effect of an individualised training programme during weight reduction on body composition: a randomised trial. **Archives of Disease in Childhood**, 81:426-428, 1999.

SOTHERN, M. S.; LOFTIN, J. M.; SUSKIND, R. M.; UDALL, J. N.; BLECKER, U. The impact of significant weight loss on resting energy expenditure in obese youth. **Journal Investigation Medicine**, 47(5):222-226, 1999.

SOTHERN, M. S.; LOFTIN, J. M.; UDALL, J. N.; SUSKIND, R. M.; EWING, T. L.; TANG, S. C.; BLECKER, U. Safety, feasibility and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. **American Journal Medicine and Science**, 319(6):370-375, 2000.

STENSEL, D. J.; LIN, F-P.; NEVILL, A. M. Resting metabolic rate in obese and nonobese Chinese Singaporean boys aged 13-15y. **American Journal of Clinical Nutrition**, 74:369-373, 2001.

SUNG, R. Y. T.; YU, C. W.; CHANG, S. K. Y.; MO, S. W.; WOO, K. S.; LAM, C. W. K. Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. **Archives of Disease in Childhood**, 86:407-410, 2002.

TANNER, J. M. **Growth and Adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1962.

TREUTH, M. S.; HUNTER, G. R.; FIGUEROA-COLON, R.; GORAN, M. I. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 30(12):1738-1743, 1998a.

TREUTH, M. S.; HUNTER, G. R.; PICHON, C.; FIGUEROA-COLON, R.; GORAN, M. I. Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 30(7):1130-1136, 1998b.

TREUTH, M. S.; HUNTER, G. R.; WEINSIER, R. L.; KELL, S. H. Energy expenditure and substrate utilization in older women after strength training: results from a 24-h calorimeter. **Journal of Applied Physiology**, 78:214-216, 1995.

TREUTH, M. S.; RYAN, A. S.; PRATLEY, R. E. RUBIN, M. A.; MILLER, J. P.; NICKLAS, B. J.; SORKIN, J.; HARMAN, S. M.; GOLDBERG, A. P.; HURLEY, B. F. Effects of strength training on total and regional body composition in older men. **Journal of Applied Physiology**, 77:614-620, 1994.

TROIANO, R. P.; FLEGAL, K. M.; HUCZMARSKI, R. J.; CAMPBELL, S. M.; JONSON, J. C. Overweight prevalence and trends for children and adolescents. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**, 149:1085-1091, 1995.

TURLEY, K. R.; McBRIDE, P. J.; WILMORE, J. H. Resting metabolic rate measured after subjects spent the night at home versus at a clinic. **American Journal of Clinical Nutrition**, 58:141-144, 1993.

VALERO, M. A.; LEON-SANZ, M.; GOMEZ, I.; MARTINEZ, G.; HAWKINS, F. A comparison between double-photon absorptiometry (DEXA), impedance and anthropometry in the study of the body composition of obese subjects. **Nutrition Hospital**, 9(1):12-17, 1994.

VAN DALE, D.; SARIS, W. H. M.; SCHOFFELEN, P. F. M.; TEN HOOR, F. Does exercise give an additional effect in weight reduction regimens? **International**

Journal of Obesity, 11:367-375, 1987.

VAN ETEN, L. M. L. A.; WESTERTERP, K. R.; VERSTAPPEN, F. T. J.; BOON, B. J. B.; SARIS, W. H. M. Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. **Journal of Applied Physiology**, 82(1):298-304, 1997.

VAN MIL, E. G. A. H.; WESTERTERP, K. R.; KESTER, A. D. M.; SARIS, W. H. M. Energy metabolism in relation to body composition and gender in adolescents. **Archives of Disease in Childhood**, 85:73-78, 2001.

VRIJENS, J. Muscle strength development in the pre- and post-pubescent age. **Medicine Sport**, 11:152-158, 1978.

WADDEN, T. A.; FOSTER, G. D.; LETIZIA, K. A.; MULLEN, J. L. Long-term effects of dieting on resting metabolic rate in obese outpatients. **Journal of the American Medical Association**, 264:707-11, 1990.

WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. **Cadernos de Saúde Pública**, 17(4):801-817, 2001.

WARD, D. S.; BAR-OR, O. Use of the Borg Scale in exercise prescription for overweight youth. **Canadian Journal Sport Science**, 15(2):120-125, 1990.

WARDLE, J. Obesity and behaviour change: matching problems to practice. **International Journal of Obesity**, 20:S1-S8, 1996.

WARWICK, M.; GARROW, J. S. The effect of addition of exercise to a regime of dietary restriction on weight loss, nitrogen balance, resting metabolic rate, and spontaneous physical activity in three obese women in metabolic ward. **International Journal of Obesity**, 2:25-35, 1981.

WEINECK, J. **Biologia do esporte**. Manole, SP, 1991. p.32-45.

WELTMAN, A.; JANNEY, C.; RIAN, C. B.; STRAND, K.; BERG, B.; TIPITT, S.; WISE, J.; CAHILL, B. R.; KATCH, F. I. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 18(6):629-638, 1986.

WILFLEY, D. E.; BROWNELL, K. D. Physical activity in diet weight loss. In: **Advances in Exercise Adherence**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994. p. 351 – 383.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. WHO Technical Report Series. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation Geneva, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity preventing and managing the Global Epidemic**: Report of a WHO Consultation of Obesity. Geneva, WHO/NUT/NCD, 1998.

ZWIAUER, K. F.; MUELLER, T.; WIDHALM, K. Resting metabolic rate in obese children before, during and after weight loss. **International Journal of Obesity Related Metabolic Disorders**, 16(1):11-16, 1992.

ANEXOS

ANEXO A - Termo de consentimento informado

Estamos realizando uma pesquisa com os alunos de 1 e 2 graus desta escola. O objetivo desta pesquisa é avaliar um programa para os adolescentes com alterações de peso/sobrepeso. Dessa forma, gostaríamos de convidar o seu filho para fazer parte deste estudo.

Um grupo multidisciplinar da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul irá avaliar e acompanhar esses adolescentes.

A participação de seu filho consta no cumprimento dos seguintes itens:

1. Realizar um exame clínico, junto ao médico pediatra do grupo, para verificar qualquer doença crônica, problemas no músculo ou no osso que impossibilite a participação no estudo;
2. Submeter-se, antes e depois do período do programa (4 meses), às medidas de peso e estatura, bem como participar das avaliações da força muscular (em aparelhos de musculação), da auto-avaliação do idade biológica e do teste de gasto de energia em repouso e em movimento (os indivíduos colocam uma máscara que mede a quantidade de oxigênio consumido). A quantidade de gordura corporal será medida através de Densitometria Óssea, exame que utiliza um Raio-X. Essa quantidade de Raio-X não oferece riscos para a saúde, sendo a mesma a que os indivíduos estão expostos em uma viagem de avião.
3. Responder, antes, durante (1 vez por mês) e após o período do programa ao questionário de atividade física, atividade física dos dias anteriores (2 dias) e registro alimentar de 3 dias.

Esses testes são seguros e não apresentam risco para a saúde dos meninos. Mesmo assim, sempre haverá uma médica presente durante a realização dos mesmos.

Fica antecipadamente comunicado que:

1. Todos os dados obtidos serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores;
2. As avaliações serão realizadas até duas semanas antes do início do programa e até duas semanas após o seu término.
3. Se possível, a locomoção aos locais dos testes (Laboratório de Pesquisa do Exercício da ESEF-UFRGS e Clínica de Densitometria Óssea) é de responsabilidade dos pais. Se não for possível, essa locomoção ficará de inteira responsabilidade dos pesquisadores.
4. Não haverá nenhum custo aos participantes do estudo;
5. Fica assegurado o acesso aos resultados obtidos nos testes realizados pelo aluno e as interpretações dos mesmos;
6. Fica assegurado o direito a esclarecimento sobre outros detalhes da pesquisa, quando julgar necessário, bem como, a cancelar esta autorização em qualquer tempo, sem que haja prejuízos de qualquer ordem ao aluno;
7. Os nomes dos participantes do estudo não serão divulgados, assegurando-se o caráter confidencial das informações obtidas durante esta pesquisa;
8. Para os adolescentes que participarão do programa e avaliações: o programa terá duração de 4 meses, nas dependências do Colégio Militar;
9. Para os adolescentes que participarão das reuniões e avaliações: as reuniões ocorrerão 1 vez ao mês e durante os mesmos 4 meses, nas dependências do Colégio Militar.

O termo de consentimento abaixo deverá ser assinado em caso de aceitação ao programa ou reuniões e avaliações, após não haverem dúvidas quanto às suas execuções.

Eu,.....fui informado (a) dos objetivos e da justificativa deste projeto de pesquisa, de forma clara e detalhada.

Recebi informações específicas sobre os procedimentos no qual meu filho será envolvido. Todas as minhas dúvidas e as do meu filho foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento.

Fui informado(a) de que meu filho poderá se retirar do programa em qualquer momento, mesmo depois de assinado este consentimento.

A Prof. Patrícia Schneider certificou-me de que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial. Também fui esclarecido (a) que novas informações que se obtiverem no estudo, me serão ditas. Se tiver novas dúvidas, posso me comunicar com a Prof. Dra. Flávia Meyer ou Prof. Patrícia, nos telefones 3316-5861 (Flávia) ou 33556377/9654-8762 (Patrícia).

.....
Responsável

ANEXO B - Ficha de coleta de dados

Data da entrevista:.....Nome:.....	
Cidade de nascimento:.....Estado:.....	
Nome do responsável:.....	
Endereço:.....	Bairro:.....
Cidade:.....Fone residencial para contato:.....	
Celular responsável:.....Celular adolescente:.....	
Peso ao nascer:.....Amamentação (por quantos meses):	
Etnia: () branco () pardo () negro Já esteve hospitalizado? () sim () não	
Motivo(s):.....	
Doença (hiperlipidemia, diabetes, hipertensão...)	
Doença crônica:..... Doença musculoesquelética:.....	
Medicação (asma e outros):.....	
Reside com quem?	
Tipo de casa/apto: () alvenaria () madeira () mista () outra	
Quartos: () um () dois () três () mais de três	
Luz: () sim () não	
Esgoto e água: () sim () não	
Anotar o que tem em casa com a respectiva quantidade:	
TV	() sim () não () 1 () 2 () 3
Refrigerador	() sim () não () 1 () 2 () 3
Microcomputador	() sim () não () 1 () 2 () 3
Video game	() sim () não () 1 () 2 () 3
Carro	() sim () não () 1 () 2 () 3
Internet	() sim () não
Renda familiar:.....(número de salários mínimos)	
A mãe acha o adolescente gordo? () sim () não segundo a mãe ou acompanhante	
O pai acha o adolescente gordo? () sim () não segundo a mãe ou acompanhante	
Sempre teve sobrepeso/obesidade: () sim () não Em que idade começou:	
Quanto tempo se mantém com sobrepeso/obeso (meses/anos):.....	
Últimos 6 meses: () engordou () emagreceu () manteve Quantos kg:.....	
Faz controle/dieta: () sim () não () nutricionista () endocrinologista () por conta própria	
Quantas vezes já fez dieta:.....	
Quando foi a última dieta:Qual:.....	
Perdeu peso com as dietas anteriores: () sim () não () não sabe Quanto:.....	
Recuperou: () sim () não () não sabe Quanto tempo depois?.....	

ANEXO C - Registro alimentar de três dias

O objetivo deste registro é conhecer os seus hábitos alimentares. Não existe certo ou errado, muito ou pouco. Para que ele esteja o mais próximo possível da sua realidade, é importante que você anote TUDO o que comer e beber durante estes três dias. Isso quer dizer o que comeres na hora das refeições e também fora delas (as conhecidas “beliscadas”). Anote as marcas dos fabricantes (por exemplo, requeijão da Lacesa, pão integral da Seven Boys, etc.) e indicar quando o alimento for *light* ou *diet*. Anote com detalhes as quantidades (em medidas caseiras como colheres das de sopa/chá, copo, caneca, etc.) e qualidades (se comer fruta, diga qual foi: banana, maçã, etc.). Informe como o alimento foi preparado (ex: frito, assado, refogado com ou sem óleo, etc.). Exemplo:

Hora	Lugar	Quantidade	Descrição (incluindo a preparação)	Comentários/questões
8:00	Casa	¾ xícara	Flocos de cereais Kellogg's	Desjejum
		½ xícara	Leite desnatado	
		1 grande	Laranja	
		240 ml	Leite com Nescau	
		2 col. de chá	Açúcar branco	
		2 fatias	Pão “cacetinho” coberto com doce de leite	
11:30	Fora	½ xícara	Atum conservado em água	Almoço
		2 col. de sopa	Maionese <i>light</i>	
		2 fatias	Pão branco	
		1 prato	Sopa Maggi/Knorr	
		4 unidades	Bolacha recheada Bonno/Trakinas	
		30 g	Batatas fritas	
		1 pedaço	Torta Marta Rocha	
15:00	Fora	1 grande	Maçã vermelha	Lanche
18:00	Casa	120 g	Peito de frango, cozido, sem pele, sem óleo	Jantar
		1 média	Batata cozida, com casca	
		3 col. de chá	Margarina <i>light</i>	
		1 xícara	Brócolis, no vapor	
		1 xícara	Salada de alface	
		3 inteiros	Tomates	
		5 fatias	Pepino	
		2 col. de sopa	Tempero de azeite, sal, orégano	
		2 xícaras	Água	
20:30	Casa	3 xícaras	Pipocas	Lanche
		Lata de 360 ml	Refrigerante Fanta regular	
		1	Bolo de chocolate coberto com leite condensado	
22:00		2 xícaras	Sorvete de chocolate	Kibon
22:45		120 g	Barra de chocolate regular	Nestlé
23:10		1 grande	Banana caturra	
23:30		180 ml	Chá de maçã	Quente
23:35		1 pequeno	Biscoito com pedacinhos de chocolate	

ANEXO D - Questionário de atividade física

1 - Pré 2 - Pós
NOME:.....DATA DO TESTE:
1.a) Você faz Educação Física no Colégio? () sim () não Quantas horas/semana?
1.b) O quê você costuma fazer na aula de Ed. Física?.....
1.c) Você transpira/sua na aula de Ed. Física? () nunca () às vezes () freqüentemente () sempre
2) Você pratica algum tipo de esporte (escolinha) fora da Ed. Física? () sim () não
Se sim: Qual?
Quantas horas/semana? Há quanto tempo (meses), sem parar?.....
3) Você pratica algum segundo esporte (escolinha)? () sim () não
Se sim: Qual?
Quantas horas/semana? Há quanto tempo (meses), sem parar?.....
4.a) Qual(is) sua(s) atividade(s) preferidas durante seu período de lazer?.....
4.b) Você transpira/sua durante seu período de lazer? () nunca () às vezes () freqüentemente () sempre
5) Você assiste televisão? () sim () não Quantas horas/semana?
Com que freqüência? () todos os dias () 3-4 vezes/semana () < 2 vezes/semana
6) Você joga <i>video game</i> ? () sim () não Quantas horas/semana?
Com que freqüência? () todos os dias () 3-4 vezes/semana () < 2 vezes/semana
7) Você joga ou realiza alguma atividade no computador? () sim () não Quantas horas/semana?
Com que freqüência? () todos os dias () 3-4 vezes/semana () < 2 vezes/semana
8.a) Você caminha? () sim () não Quantas horas/semana?
Com que freqüência? () todos os dias () 3-4 vezes/semana () < 2 vezes/semana
8.b) Depois dessas caminhadas, você fica cansado? () nunca () às vezes () freqüentemente () sempre
9) Você anda de bicicleta (lazer)? () sim () não Quantas horas/semana?
Com que freqüência? () todos os dias () 3-4 vezes/semana () < 2 vezes/semana
10) Você joga futebol (lazer)? () sim () não Qual a posição?Quantas horas/semana?.....
11) Realiza ainda outra forma de atividade física que não tenha citado?
12) Qual (is)?.....Quantas horas/semana?.....
13) Como você vai e volta do colégio?
Ônibus – quanto tempo de ida e volta.....Kombi – quanto tempo de ida e volta.....
Carro – quanto tempo de ida e volta.....Caminhando – quanto tempo de ida e volta.....
14) Você caminha para outro local, a não ser para o colégio? () sim () não Quantas horas/semana?.....
15.a) Na sua casa/apartamento tem escadas? () sim () não
15.b) Se sim, quantos andares?Você as utiliza? () nunca () às vezes () freqüentemente () sempre
16) Qual é sua atividade no intervalo do Colégio?.....
17) Que hora acorda?..... 18) Que hora dorme?..... 19) Dorme à tarde? Quantas horas/semana?.....
20) Você faz alguma atividade doméstica? () sim () não Quantas vezes/semana?.....
Qual(is)?.....Durante quanto tempo (min)?.....
21) Você trabalha fora? O quê faz?.....Quantas horas/semana?.....
22.a) Você se considera gordo? () sim () não 22.b) Você se sente ativo fisicamente? () sim () não

ANEXO E - Recordatório de atividade física

(Semana) (Fim-de-semana) Nome:.....

Ontem foi um dia habitual? ()sim ()não Registro1-Pré 2 3 4 5-Pós

Hora/Min	0-15	16-30	31-45	45-60
00:00				
01:00				
02:00				
03:00				
04:00				
05:00				
06:00				
07:00				
08:00				
09:00				
10:00				
11:00				
12:00				
13:00				
14:00				
15:00				
16:00				
17:00				
18:00				
19:00				
20:00				
21:00				
22:00				
23:00				
24:00				