

**DIEGO AUGUSTO SANTOS SILVA**

**EFEITO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO  
AERÓBIO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO  
E CAPACIDADE AERÓBIA EM ADOLESCENTES COM  
EXCESSO DE PESO**

Florianópolis – SC

2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

por

Diego Augusto Santos Silva

---

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de concentração: Cineantropometria e Desempenho Humano

Fevereiro, 2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

S586e Silva, Diego Augusto Santos

Efeito de um programa de exercício físico aeróbio na composição corporal, perfil lipídico e capacidade aeróbia em adolescentes com excesso de peso [dissertação] / Diego Augusto Santos Silva ; orientador, Édio Luiz Petroski. - Florianópolis, SC, 2010.

95 p.: grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação física. 2. Exercícios aeróbicos. 3. Sobrepeso. 4. Colesterol. 5. Ácido láctico. 6. Limiar anaeróbio. I. Petroski, Edio Luiz. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**A dissertação EFEITO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E CAPACIDADE AERÓBIA EM ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO**

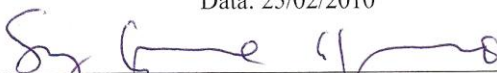
Elaborada por Diego Augusto Santos Silva

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, foi aceita pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina e homologada pelo Colegiado de Curso, como requisito parcial à obtenção do título de

**MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

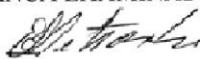
Área de Concentração - Cineantropometria e Desempenho Humano

Data: 25/02/2010



Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonnacci Guglielmo  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

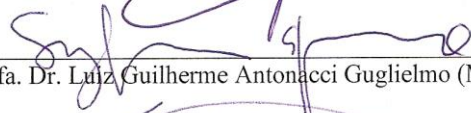
**BANCA EXAMINADORA:**



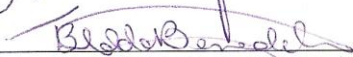
Prof. Dr. Edio Luiz Petroski – Orientador



Prof. Dr. Antonio Cesar Cabral de Oliveira (Membro Externo)



Profa. Dr. Luiz Guilherme Antonnacci Guglielmo (Membro Interno)



Prof. Dra. Tânia R. Bertoldo Benedetti (Membro Interno Suplente)

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais!*

*Todas e quaisquer conquistas  
que eu venha a ter na vida são  
dedicadas ao Sr. Remildo  
Agostinho da Silva e a Sra  
Maria de Fátima dos Santos  
que com muito amor, empenho  
e dedicação sacrificaram-se  
para poder educarem e passar  
bons ensinamentos aos seus  
filhos que cresceram de  
maneira honesta e digna!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a *Deus*, pela força e luz que me deu, nos muitos momentos de solidão, dificuldades e aflições durante esta jornada.

Aos meus pais, Sr. *Remildo Agostinho da Silva* e a Sra *Maria de Fátima dos Santos* que me ensinaram o valor da vida, do respeito e da honestidade. Nas horas mais difíceis vocês tinham sempre uma palavra de carinho para confortar. Devo tudo em minha vida a vocês. Obrigado pelo amor e dedicação!

Ao meu orientador Professor Doutor *Edio Luiz Petroski*, profissional e líder de referência na área de Educação Física, que me deu a oportunidade de ser seu orientando e trabalhar ao seu lado. Mais que um professor, um amigo, que me ensinou, incentivou e contribuiu no meu crescimento pessoal e profissional. Obrigado pela oportunidade e confiança!

Ao *Programa de Pós Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina e todos os professores* do curso que de alguma maneira servem de referência para minha vida profissional.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, pelo auxílio financeiro concedido. Em um país desigual como o nosso, instituições que se prestam a dar esse incentivo merecem referência. Obrigado por oportunizar a minha permanência no curso durante esse tempo!

Aos membros da banca examinadora, que aceitaram prontamente o convite para avaliar e colaborar com a execução desse trabalho: ao Professor Doutor *Antonio Cesar Cabral de Oliveira*, pessoa que respeito muito, exemplo de profissional, um dos responsáveis diretos por minha escolha em seguir na vida acadêmica. Obrigado professor Cabral por me oportunizar trabalhar ao seu lado e me ensinar os primeiros passos em pesquisa! Ao Professor Doutor *Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo* que é um dos responsáveis direto pela execução deste programa de exercícios, sempre prestativo quando precisamos e super competente a frente da coordenação do Programa de Pós Graduação. Obrigado por dividir o seu tempo na contribuição deste

trabalho! À Professora Doutora **Tânia R. Bertoldo Benedetti** que contribuiu de maneira ímpar na qualificação do projeto e que me deu a oportunidade de trabalhar com ela durante o período da formação. Obrigado pelos ensinamentos durante as reuniões do núcleo e pelas oportunidades dadas!

Aos **adolescentes** e seus **pais/responsáveis** que participaram do programa de exercícios físicos! Lógico que sem vocês eu não conseguiria. Obrigado pela aposta que fizeram e pela confiança depositada em nosso trabalho!

Ao meu irmão **Roberto Jerônimo dos Santos Silva** que me incentivou desde o começo a seguir na vida acadêmica e apostou suas fichas em meu trabalho. Obrigado por ter vindo primeiro e aberto as portas aqui na UFSC! Todos comentam que você é muito competente...eu sou suspeito pra falar disso (vc é muitíssimo competente)! Você é um exemplo de homem e profissional que, por onde quer que passe será lembrado desta maneira.

À **Camilla**, que segurou a barra em casa com minha saída, tomando conta dos nossos “**velhos**” e me dando a segurança necessária que nada de ruim aconteceria a eles! Obrigado minha querida irmã!

À **Carol**, pessoa especial, que apesar de não entender alguns dos meus sonhos, sempre esteve ao meu lado, dando apoio, incentivo, amor e carinho. Obrigado amor pelo carinho e dedicação!

A amiga e irmã **Andreia Pelegrini** que me deu oportunidade de trabalhar ao seu lado com sua idéia de intervenção. Obrigado maninha por me oportunizar todos os outros trabalhos ao seu lado e compartilhar conversas divertidas nesta jornada. Estarei sempre ao seu lado, você é um exemplo de dedicação e competência. Não tenho dúvidas que qualquer caminho que siga, sempre será uma vencedora!

Aos **amigos pessoais** que fiz durante esta jornada, **Filipe, Luiz, Pepe, Vladimir e Alber** que passaram e dividiram as mesmas aflições, angústias e alegrias que passei. Vocês realmente chegam junto quando alguém precisa. Obrigado pela amizade e por poder contar com vocês nos momentos mais difíceis!



Aos amigos do *Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NUCIDH)* que dividiram momentos de aprendizado, trabalho, discussões, momentos divertidos e tristes ao meu lado. *Edio, Priscila, Madureira, Herton, Andreia, Simone, Lucélia, Raldo, Cilene, Elisa, Teresa, Alex Gordia, Danielle, Alexander, Vladimir, Pepe, Tânia, Luiz, Ricardo, Adilson, Herton, Marcelo, Jackeline, Artur, Priscila Quintino*. Sem vocês os dias não seriam iguais. Obrigado a todos!

Aos amigos do *NUPAF e da área de Atividade Física relacionada à saúde* que dividiram momentos importantes de discussão e ajudaram no meu crescimento. Obrigado aos amigos e conterrâneos *Aldemir, Cazuza, Filipe, Kelly, Marcius e Thiago*. Obrigado ao *Giovâni* e ao *Leandro*!

Aos amigos do *LAEF* que ajudaram na coleta dos dados, como o *Juliano, Talita e Kristopher*. Ao *Juliano*, muito obrigado por ajudar nos temas referentes à fisiologia do exercício!

Aos demais *colegas mestrandos e doutorandos* do Programa que de alguma maneira contribuíram para a minha formação!

**RESUMO****EFEITO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO  
AERÓBIO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO  
E CAPACIDADE AERÓBIA EM ADOLESCENTES COM  
EXCESSO DE PESO**

Autor: Diego Augusto Santos Silva  
Orientador: Prof. Dr. Edio Luiz Petroski

O excesso de peso corporal entre os adolescentes, nas formas de sobrepeso e obesidade, vem aumentando nos países em desenvolvimento, o que acarreta preocupações aos órgãos de saúde, devido aos agravos e riscos provocados por essas condições. Associado ao excesso de peso, as alterações no perfil lipídico aumenta o risco de mortalidade na vida adulta. Uma das recomendações para diminuição do excesso de peso e dos fatores de risco associados é a prática de exercícios físicos aeróbios regulares, pois o aprimoramento da capacidade aeróbia resulta em alterações na composição corporal e no perfil lipídico. Assim, este estudo desenvolvido com adolescentes que apresentam excesso de peso teve como objetivos verificar o efeito de um programa de exercício físico nas seguintes variáveis: a) composição corporal; b) perfil lipídico; c) capacidade aeróbia. Este estudo experimental de delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento foi formado por adolescentes com excesso de peso, divididos aleatoriamente em grupos experimental – GE (n=9) e controle – GC (n=5). A intervenção teve duração de 12 semanas, na qual o GE realizou exercício aeróbio três vezes semanais, em cicloergômetro, com intensidades individuais referentes ao limiar de lactato (LL) e ao *Onset of Blood Lactate Accumulation* (OBLA), tendo a cada duas semanas um incremento de 10% na carga do ergômetro. Após o período de intervenção, diferentemente do GC, o GE teve uma melhora nas seguintes variáveis: a) composição corporal, diminuição da dobra cutânea tricipital (14,0%), percentual de gordura corporal (4,2%), massa de gordura (4,2%) e aumento da massa livre de gordura (1,7%); b) perfil lipídico, aumentando o HDL - colesterol (10,6%); c) capacidade aeróbia, aumento nas cargas do ergômetro referentes ao LL (33,3%) e OBLA (14,2%), além de se atingir o LL com uma frequência cardíaca superior ao período inicial. O programa de exercício físico aeróbio em cicloergômetro, destinado aos adolescentes com excesso de peso, tendo

uma intensidade elevada, prescrita com indicadores da resposta de lactato sanguíneo, provocou alterações positivas na composição corporal, perfil lipídico e capacidade aeróbia nos adolescentes que participaram do treinamento. Estes achados indicam, supostamente, que adolescentes com excesso de peso, inseridos em programas de exercício físico de intensidade elevada, podem diminuir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares na idade adulta.

**Palavras-chave:** Exercício aeróbio; Sobrepeso; Colesterol; Ácido láctico; Limiar anaeróbio.

**ABSTRACT****EFFECT OF AN AEROBIC EXERCISE PROGRAM ON THE  
BODY COMPOSITION, LIPID PROFILE AND AEROBIC  
CAPACITY OF OVERWEIGHT ADOLESCENTS**

Author: Diego Augusto Santos Silva

Advisor: Prof. Dr. Edio Luiz Petroski

The overweight among the adolescents is increasing at the countries in development, what causes concerns to the organs of health, due to offences and risks provoked by this condition. Associated to the overweight, the alterations in the lipid profile increase the mortality risk in the adult life. One of the recommendations for decrease overweight and risk factors associated it is the aerobic exercises, because the improvement aerobic capacity results in alterations in the body composition and lipid profile. Thus, this study conducted with overweight adolescents aimed to evaluate the effect of an aerobic exercise program on the: a) body composition; b) lipid profile; c) aerobic capacity. A randomized study with pre- and post-treatment tests was conducted on overweight adolescents divided into an intervention group (n=9) and a control group (n=5). The exercise program lasted 12 weeks and consisted of physical exercise on a cycle ergometer performed three times per week at individual intensities corresponding to the lactate threshold (LT) and onset of blood lactate accumulation (OBLA). The ergometer load was increased by 10% at 2-week intervals. After the intervention period, had positive changes in the following variables were observed in the experimental group: a) body composition, reduction in triceps skinfold thickness (14.0%), percent body fat (4.2%) and fat mass (4.2%), and an increase in fat-free mass (1.7%); b) lipid profile, increase in HDL-cholesterol; c) decreased triceps skinfold thickness (14.0%), body fat percentage (4.2%), fat mass (4.2%) and increased fat-free mass (1.7%) b) lipid profile, increasing HDL - cholesterol (10.6%); c) aerobic capacity, increase in loads corresponding to the LT (33%) and OBLA (14.2%), in addition, the intervention group reached the LT with a heart rate higher than that observed during the pre-treatment period and of the control group. The program aimed at overweight adolescents consisting of aerobic exercise on a cycle ergometer and prescribed based on blood lactate response indicators resulted in positive changes in body composition, lipid profile

and aerobic fitness. These findings suggest that overweight adolescents participating in physical exercise programs may decrease their risk of developing cardiovascular diseases in adult life.

**Key words:** Aerobic exercise; Overweight; Cholesterol; Lactic Acid; Anaerobic threshold.

**SUMÁRIO**

	Página
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
LISTA DE APÊNDICES.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvi
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xviii
I. INTRODUÇÃO.....	1
O problema e sua importância	
Formulação da situação problema	
Objetivos do estudo	
Definição das Hipóteses	
Delimitação do estudo	
Justificativa	
Definição de variáveis	
Estrutura da dissertação	
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
Caracterização do estudo	
Sujeitos da pesquisa	
Desenho experimental	
Critérios de inclusão no programa de exercício físico	
Critérios de exclusão para as análises finais dos dados	
Instrumentos e procedimentos de medida	
Procedimentos para coleta de dados	
Tratamento estatístico	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
III. ARTIGO 1.....	32
Da evidência à intervenção: programa de exercício físico para adolescentes com excesso de peso em Florianópolis, SC.	
IV. ARTIGO 2.....	46
Efeitos do exercício físico aeróbio na composição corporal e perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso	

V. ARTIGO 3.....	67
Efeito do exercício físico aeróbio na resposta cardiorrespiratória e metabólica de adolescentes com excesso de peso	
VI. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	89
ANEXOS.....	90
APÊNDICES.....	93

**LISTA DE ANEXOS**

	Página
1. Parecer do Comitê de Ética da UFSC.....	91
2. Recordatório de Bouchard et al., (1983).....	92



**LISTA DE APÊNDICES**

	Página
1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	94
2. Proforma de Avaliação.....	95

## LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
<b>I. MATERIAL E MÉTODOS</b>	
Tabela 1. Desenho experimental de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento.....	13
<b>II. ARTIGO 1</b>	
Tabela 1. Perfil dos usuários da primeira turma do Programa de Exercício Físico.....	41
<b>III. ARTIGO 2</b>	
Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis antropométricas no pré e pós-treinamento dos grupos de adolescentes com excesso de peso. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.....	64
Tabela 2. Valores médios e o desvio padrão das variáveis da composição corporal no pré e pós-treinamento dos grupos de adolescentes com excesso de peso. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.....	65
Tabela 3. Valores médios e o desvio padrão das variáveis do perfil lipídico no pré e pós-treinamento dos grupos de adolescentes com excesso de peso. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.....	66
<b>IV. ARTIGO 3</b>	
Tabela 1. Características antropométricas, composição corporal e $FC_{máx}$ dos adolescentes. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.....	84
Tabela 2. Valores médios e desvio padrão das cargas do GE e do GC referentes ao LL e OBLA e das concentrações de $Lac_{pico}$ pré e pós-treinamento. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.....	85
Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da FC referentes ao LL, OBLA e $FC_{pico}$ do GE e do GC. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
I. ARTIGO 1	
Figura 1. Modelo lógico do programa de exercícios físicos para adolescentes com excesso de peso.....	42
II. ARTIGO 3	
Figura 1. Comportamento do lactato sanguíneo durante o teste incremental. Florianópolis, Santa Catarina, 2008. GE – grupo experimental; GC – grupo controle; Pré – período antes da intervenção; Pós – período após a intervenção. * $p < 0,05$ – GE-Pós x GC-Pós. † $p < 0,05$ – GE-Pós x GC-Pré.....	87
Figura 2. Comportamento da frequência cardíaca durante o teste incremental. GE – grupo experimental; GC – grupo controle; Pré – período antes da intervenção; Pós – período após a intervenção.....	88

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

%G	Percentual de gordura
$\bar{X}$	Média
$\mu\text{A}$	Micro ampère
AGL	Ácidos graxos livres
ANOVA	Análise de Variância
BIA	Impedância bioelétrica
bpm	Batimentos por minuto
CDC	<i>Center for Disease Control and Prevention</i>
CDS	Centro de Desportos
cm	Centímetros
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Colesterol total
DCT	Dobra cutânea tricipital
DP	Desvio padrão
ETM	Erro técnico de medida
FC	Frequência cardíaca
$FC_{\text{max}}$	Frequência cardíaca máxima
$FC_{\text{pico}}$	Frequência cardíaca de pico
GC	Grupo controle
GE	Grupo experimental
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade
HU	Hospital Universitário
IMC	Índice de massa corporal
IOTF	<i>International Obesity Task Force</i>
kg	Quilograma
Khz	Quilohertz
$\text{Lac}_{\text{pico}}$	Lactato pico
LAEF	Laboratório de Esforço Físico
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade
LL	Limiar de lactato
m	Metros
MC	Massa corporal
MG	Massa de gordura
mg/dL	Miligramas por decilitro
MLG	Massa livre de gordura
MLSS	Máxima fase estável de lactato sanguíneo

mm	Milímetros
mM	Milimol
NAF	Nível de atividade física
NUCIDH	Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano
OBLA	<i>Onset of blood lactate accumulation</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PC	Perímetro da cintura
RPM	Rotações por minuto
TG	Triglicerídeos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VO <sub>2</sub> max	Consumo máximo de oxigênio
w	Watts
WHO	<i>World Health Organization</i>





## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

#### O problema e sua importância

Nos últimos anos, a prevalência de sobrepeso e obesidade aumentou significativamente nos países desenvolvidos (JAMES et al., 2001) e em desenvolvimento (SIBAI et al., 2003). No Canadá, por exemplo, a prevalência de excesso de peso em crianças e adolescente era de 15%, em 1981, e passou para 35,4% em 1996 (TREMBLAY; WILLMS, 2000). Na Austrália, dados coletados em 1985 e 1995 com jovens de 7 a 15 anos de idade demonstraram que a prevalência de excesso de peso passou de 11% para 21% (MAGAREY et al., 2001). Nos Estados Unidos, aumentos similares no excesso de peso foram reportados no mesmo período, sendo que em jovens de 6 a 11 anos de idade, a prevalência chegava a 11,3% e, dos 12 aos 19 anos, era de 10,5% (USDHHS, 2001). Já nesta década, estes valores chegam a 15,3% e 15,5%, respectivamente (OGDEN et al., 2002).

No Brasil, o quadro não é diferente. No período de 1989 a 1996, houve mudanças relevantes na prevalência de obesidade entre crianças e adolescentes (TADDEI et al., 2002). Atualmente, estudos realizados em diferentes cidades revelaram que a prevalência de sobrepeso varia de 8,4% a 19% e a obesidade varia de 3,1% a 18% (GUIMARÃES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2003; GIUGLIANO; CARNEIRO, 2004; SOAR et al., 2004; COSTA et al., 2006; RONQUE et al., 2005).

A infância e a adolescência são consideradas períodos críticos para o desenvolvimento da obesidade, pois existe maior probabilidade de crianças e adolescentes com excesso de peso se tornarem adultos com obesidade (WHITAKER et al., 1997). Além desta associação, níveis elevados de gordura corporal são preocupantes, pois os diversos agravos à saúde provocados pela obesidade iniciam na infância e se concretizam na idade adulta (USDHHS, 2001).

As consequências da obesidade em crianças e adolescentes são múltiplas, e a interação entre os fatores de risco tem aumentado progressivamente a morbidade e a mortalidade (ADAMS et al., 2006; JEE et al., 2006), acarretando preocupações para os órgãos governamentais de saúde, como a Organização Mundial de Saúde - OMS (WHO, 2004) e o Centro de Controle e Prevenção de Doenças



Crônicas (CDC, 2009), uma vez que as doenças cardiovasculares apresentam causa primária de morte no Brasil e no mundo (ALVES, 2004; ALVES; FIGUEIROA, 2004, WHO, 2004, CDC, 2009).

Os indivíduos com excesso de peso têm maior propensão a alterações cardiovasculares decorrentes da maior deposição de gordura corporal geral e na região abdominal, como a elevação da pressão arterial (PA), e do perfil lipídico e seus componentes, como o Colesterol Total – CT (CÂNDIDO et al., 2009; PEEBLES, 2008), a *High-Density Lipoprotein* – Colesterol (HDL–C) (GLUECK et al., 2008; RODRIGUES et al., 2009), a *Low-Density Lipoprotein* – Colesterol (LDL–C) (VAN VLIET et al., 2009; KISHIMOTO et al., 2009), os triglicerídeos (TG) (VIKARI et al., 2009; MIYAI et al., 2009) e a glicose sanguínea (FORTMEIER-SAUCIER et al., 2008; BOKOR et al., 2008). A associação de todos estes fatores é considerada um risco para o desenvolvimento de doenças crônicas, como o *diabetes mellitus* tipo II e a hipertensão arterial (WHO, 2004; CDC, 2009, OLIVEIRA et al., 2004).

Pesquisadores identificaram que uma das possíveis explicações para as diversas alterações cardiovasculares e o aparecimento de doenças crônicas em pessoas com excesso de peso pode estar associada à baixa capacidade aeróbia que esta população apresenta (NORMAN et al., 2005; MAFFEIS et al., 1994), pois a capacidade aeróbia está associada, diretamente, com níveis adequados de pressão arterial, perfil lipídico equilibrado e aumento na expectativa de vida (ALVES et al., 2008; LEITE et al., 2009; PAFFENBARGER et al., 1986).

Neste sentido, a melhor saída para evitar os agravos à saúde mencionados é a prevenção do excesso de peso (SUMMERBELL et al., 2003); entretanto, os hábitos de vida assumidos pelas pessoas em decorrência do avanço tecnológico apresentam como consequência o aparecimento da obesidade e dos fatores de risco à saúde, pois as pessoas estão diminuindo seus níveis de atividade física (MOORE et al., 2003) e ingerindo alimentos ricos em gorduras (OGDEN et al., 2002; Peebles, 2008). Deste modo, tratamentos contra o excesso de peso são cada vez mais comuns, passando desde fármacos com muitas substâncias (BIRCH et al., 2009) a atitudes simples de mudança de comportamento, como a prática regular de atividade física e a adequação dos hábitos alimentares (OGDEN et al., 2002; MOORE et al., 2003; TADDEI et al., 2002; USDHHS, 2001).

Deste modo, a prática de atividade física está sendo incentivada na prevenção e no combate ao excesso de peso (CDC, 2009), pois, além da redução do peso corporal, outros benefícios são evidenciados com o

exercício físico, como menor risco de desenvolver alguns tipos de câncer e relação inversa com as doenças crônico-degenerativas e distúrbios mentais (ANDERSEN et al., 2006; SAGATUN et al., 2007; SCHMALZ et al., 2007).

Para crianças e adolescentes, as recomendações para prática de atividade física são, em geral, de no mínimo 60 minutos diários, com intensidade moderada ou vigorosa (CAVILL et al., 2001; RAO, 2008); entretanto, os levantamentos epidemiológicos têm demonstrado que a maioria destes jovens não atinge o mínimo necessário (HALLAL et al., 2007; TASSITANO et al., 2007).

A criação de programas de atividade física para crianças e adolescentes está sendo incentivada pelos órgãos governamentais (WHO, 2004, CDC, 2009), com o intuito de combater e prevenir o sobrepeso, a obesidade e os outros fatores de risco cardiovasculares associados. Algumas intervenções foram criadas com este objetivo (GORTMAKER et al., 1999; JANSEN et al., 2008; FERNANDEZ et al., 2004; FARIAS et al., 2009; STONE et al., 1998; TABER et al., 2009; WEBBER et al., 2008; EZENDAM et al., 2007; VAN DER HORST et al., 2008; ZAHNER et al., 2006; LEITE et al., 2009; PLACHTA-DANIELZIK et al., 2007; CARREL et al., 2005) e chegaram a resultados distintos, de sucesso e insucesso, o que leva a crer que a criação de estratégias para o combate ao excesso de peso é bem mais complexa do que se imagina.

Um consenso entre as intervenções é que o tratamento e a prevenção, na maioria das vezes, acontecem com a orientação de hábitos alimentares e a prática regular de atividade física, sobretudo a aeróbia, o que promove resultados positivos ao final das intervenções (LEITE et al., 2009; FERNANDEZ et al., 2004; PLACHTA-DANIELZIK et al., 2007, GORTMAKER et al., 1999). No entanto, a OMS (WHO, 2004) alerta que o efeito de ambos os tratamentos é independente e que, muitas vezes, é difícil um indivíduo seguir, de maneira simultânea, as duas alterações do estilo de vida, a não ser que a intervenção tenha a participação da família (CARREL et al., 2005). Além disso, a união de várias estratégias impede de saber qual é o real efeito de uma delas no excesso de peso e fatores de risco associados, dificultando a otimização de futuras intervenções.

Outra característica dos programas de intervenção com adolescentes é que o exercício físico, quando prescrito, não respeita os princípios de adaptação fisiológica (JANSEN et al., 2008; PLACHTA-DANIELZIK et al., 2007, CARREL et al., 2005). Muitas das atividades

são recomendadas de forma geral e igual, em intensidade e frequência, o que pode dificultar a obtenção de resultados mais satisfatórios. Neste sentido, intervenções que tomem esses cuidados na prescrição do exercício precisam ser criadas e seus reais efeitos nos adolescentes, avaliados.

Algumas intervenções respeitaram os princípios de adaptação fisiológica e utilizaram o exercício de intensidade moderada que, tradicionalmente, tem sido aceito para o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória (WALLMAN et al., 2009; LEITE et al., 2009). Todavia, existem evidências consistentes de que exercícios realizados em intensidades mais elevadas também geram adaptações significativas para a saúde, melhorando a capacidade cardiorrespiratória e propiciando maior dispêndio energético que os de intensidade moderada (DANIS et al., 2003). Assim, intervenções com exercício em intensidade vigorosa podem ser mais eficientes para adolescentes que apresentam excesso de peso.

Pesquisadores dispensaram maior atenção ao prescreverem o exercício em programas de combate ao excesso de peso e fatores de risco cardiovasculares utilizando índices fisiológicos para avaliarem o componente aeróbio e prescreverem o exercício (FARIAS et al., 2009; IVARSSON et al., 2009; CARREL et al., 2005; FERNANDEZ et al., 2004) e encontraram resultados positivos para redução da gordura corporal, melhora da capacidade aeróbia e perfil lipídico.

Os índices fisiológicos utilizados para a avaliação do componente aeróbio durante o exercício incluem a frequência cardíaca (FC), o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) e a resposta de lactato sanguíneo. Tais índices fornecem informações úteis para a prescrição individualizada em um programa de exercícios (GROSSL et al., 2009). Entretanto, o lactato como marcador fisiológico tem sido usado como importante ferramenta para controlar a intensidade do exercício e, diferentemente da FC e do  $VO_{2max}$ , é o que melhor representa a capacidade aeróbia, indicando a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo metabolismo aeróbio (CAPUTO et al., 2009).

Basicamente, duas intensidades de exercício determinadas pelo lactato são suficientes para provocar adaptações orgânicas e, por isso, são recomendadas: 1) intensidade imediatamente anterior ao aumento do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso, comumente chamada de limiar de lactato (LL) ou limiar aeróbio (YOSHIDA et al., 1987); 2) intensidade de máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS), que é a maior intensidade de exercício na qual o lactato produzido e liberado pelos músculos para a corrente sanguínea é

semelhante à taxa na qual ele é removido do sangue, existindo, ainda, equilíbrio na concentração de lactato ao longo do exercício (BENEKE, 2003).

Para a determinação da MLSS é necessária a aplicação de vários testes com intensidades constantes, de 20-30 minutos de duração e sucessivas visitas ao laboratório ou ao local de avaliação. Além de se tratar de uma metodologia invasiva, necessita de elevados custos financeiros e avaliadores especializados. Procurando minimizar o número de avaliações e visitas ao laboratório, Heck et al. (1985) propuseram o limiar anaeróbio (LAN) ou *onset of blood lactate accumulation* (OBLA) para a identificação da MLSS com base em um único protocolo de cargas progressivas.

Programas de exercício aeróbio prescrito com as respostas de lactato sanguíneo foram desenvolvidos com adultos jovens (TANAKA et al., 1991) e de meia idade (KIM et al., 1991), que tiveram melhoras significativas na capacidade aeróbia e composição corporal. As poucas investigações com adolescentes foram para verificar a cinética do lactato em testes incrementais e de cargas constantes (MACHADO et al., 2006), não havendo intervenções com esta população.

Assim, a literatura está carente de estudos de intervenção que combata o excesso de peso e fatores associados, cujo exercício é prescrito conforme índices fisiológicos provenientes das respostas de lactato sanguíneo e respeitando os princípios de adaptação fisiológica do treinamento. Além disso, programas com estes cuidados metodológicos podem contribuir para o conhecimento do real efeito do exercício físico no combate e controle do excesso de peso e fatores de risco cardiovasculares associados, trazendo benefícios adicionais aos sujeitos. Ademais, os resultados podem servir de referência para profissionais de saúde e medicina do esporte que trabalham com esta população.

### **Formulação da situação problema**

O problema que esse estudo buscou responder foi: qual é o efeito de um programa de exercício físico aeróbio, sem orientação nutricional, com prescrição de exercício físico individualizado, de acordo com índices fisiológicos provenientes das respostas de lactato sanguíneo na composição corporal, perfil lipídico e capacidade aeróbia em adolescentes com excesso de peso?

## **Objetivos do estudo**

### *Objetivo geral*

Analisar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na composição corporal, perfil lipídico e capacidade aeróbia em adolescentes com excesso de peso.

### *Objetivos específicos*

- a) Verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na composição corporal em adolescentes com excesso de peso.
- b) Verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio no perfil lipídico em adolescentes com excesso de peso.
- c) Verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na capacidade aeróbia em adolescentes com excesso de peso.

## **Definição das hipóteses**

- a) O programa de exercício físico aeróbio reduz a gordura corporal e aumenta a massa livre de gordura dos adolescentes com excesso de peso.
- b) O programa de exercício físico aeróbio reduz as concentrações plasmáticas do colesterol total, LDL - Colesterol, triglicerídeos e aumenta o HDL - Colesterol dos adolescentes com excesso de peso.
- c) O programa de exercício físico aeróbio promove um aumento da capacidade aeróbia dos adolescentes com excesso de peso.

## **Delimitação do estudo**

Foram incluídos no estudo somente adolescentes com excesso de peso, na faixa etária de 13 a 17 anos, que residem na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

## Justificativa

A prevalência de excesso de peso cresceu consideravelmente nas últimas décadas, atingindo, também, a população de crianças e adolescentes (WHO, 2004, CDC, 2009). O aumento das estimativas de sobrepeso e obesidade está associado a diversos agravos à saúde, como as dislipidemias, o *diabetes mellitus*, a hipertensão arterial, a doença coronariana e alguns tipos de câncer (USDHHS, 2001, PEEBLES, 2008).

Os fatores de risco para doenças cardiovasculares em adultos incluem altos níveis de CT, TG, LDL - C e glicemia e baixos níveis de HDL - C, sendo que, quando tais fatores estão desequilibrados conjuntamente, o risco aumenta consideravelmente (YUSUF et al., 2004). Muitos desses fatores de risco podem estar presentes na adolescência, sobretudo se os sujeitos apresentarem excesso de peso (CÂNDIDO et al., 2009; PEEBLES, 2008; GLUECK et al., 2008; RODRIGUES et al., 2009; VAN VLIET et al., 2009; KISHIMOTO et al., 2009; VIKARI et al., 2009; MIYAI et al., 2009).

Uma das justificativas para o aparecimento desses fatores de risco em pessoas que apresentam excesso de peso é a baixa capacidade aeróbia evidenciada nesta população (NORMAN et al., 2005). Norman et al. (2005) submeteram dois grupos de adolescentes a um teste máximo de capacidade aeróbia em cicloergômetro. O grupo de jovens com excesso de gordura corporal atingiu primeiro a exaustão, com menor percentual de frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ), e apresentaram maior consumo de oxigênio durante o período de aquecimento do que os adolescentes de peso normal, indicando maior intolerância ao esforço.

A causa desta intolerância ao exercício foi estudada por Maffei et al. (1994) ao submeterem adolescentes obesos e não obesos a um teste de capacidade aeróbia submáximo. Os autores constataram que obesos apresentaram gasto energético absoluto durante todo o período do exercício maior que seus pares não obesos. A conclusão dos pesquisadores foi que esta intolerância ao exercício está associada a uma maior demanda metabólica durante a atividade, pois pessoas com excesso de gordura têm que mover maior quantidade de massa corporal durante o exercício.

Neste sentido, estratégias de controle e prevenção ao excesso de peso em adolescentes estão sendo incentivadas por órgãos internacionais (WHO, 2004; CDC, 2009), que apontam o exercício físico aeróbio como

um dos fatores imprescindíveis nessas estratégias. Dessa forma, a criação de um programa de exercício físico para adolescentes com excesso de peso tem sua relevância.

Muitas intervenções no controle e combate da obesidade (LEITE et al., 2009; FERNANDEZ et al., 2004; PLACHTA-DANIELZIK et al., 2007, GORTMAKER et al., 1999) não chegaram a determinar o real efeito do exercício físico na composição corporal e os fatores de risco cardiovasculares associados, pois, concomitante ao exercício físico, realizou-se intervenção nutricional, dificultando saber qual dos dois tratamentos tem mais eficácia, impedindo que futuras intervenções sejam mais eficientes. Assim, um estudo que verifique o efeito de um programa de exercício físico sem alterar os hábitos alimentares dos sujeitos pode responder quanto o exercício físico altera na composição corporal, perfil lipídico e capacidade aeróbia de adolescentes com excesso de peso. A partir desta resposta, estratégias de tratamento da obesidade poderão dosar, de maneira adequada, quanto o exercício físico responderá na intervenção.

Nos últimos anos, as pesquisas vêm demonstrando que o exercício, em intensidade elevada, gera adaptações mais significativas para a saúde que os de intensidade moderada (HELGERUD et al., 2007). Helgerud et al. (2007) compararam os efeitos do treinamento aeróbio em diferentes intensidades nas respostas cardiorrespiratórias e metabólicas em estudantes universitários durante oito semanas. Após esse período, o exercício de alta intensidade provocou melhor aprimoramento no  $VO_2\text{max}$  e volume de ejeção sistólica.

Associado ao exercício físico em si, é de igual relevância descrever como foi realizada a prescrição da intensidade para que outras intervenções sigam os mesmos procedimentos. Dos inúmeros programas de controle e combate da obesidade e fatores de risco associados que obtiveram resultados positivos (JANSEN et al., 2008; FERNANDEZ et al., 2004; FARIAS et al., 2009; TABER et al., 2009; WEBBER et al., 2008; EZENDAM et al., 2007; VAN DER HORST et al., 2008; ZAHNER et al., 2006; LEITE et al., 2009; PLACHTA-DANIELZIK et al., 2007; CARREL et al., 2005), poucos tomaram o cuidado de prescrever o exercício físico utilizando índices fisiológicos e seguindo princípios do treinamento e adaptação fisiológica ao esforço (FERNANDEZ et al., 2004; FARIAS et al., 2009; CARREL et al., 2005).

Os índices fisiológicos utilizados para avaliação do componente aeróbio durante o exercício incluem a FC, o  $VO_2\text{max}$  e a resposta de lactato sanguíneo. Entretanto, limitações são encontradas ao avaliar o

componente aeróbio pelo  $VO_2\text{max}$  e FC (CAPUTO et al., 2009; IVARSSON et al., 2009).

Mclellan e Gass (1989) verificaram que indivíduos com valores similares de aptidão cardiorrespiratória apresentavam diferentes respostas fisiológicas durante o exercício agudo realizado no mesmo percentual relativo do  $VO_2\text{max}$ . Esses resultados sugerem que, embora o estresse fisiológico determinado pelo exercício possa ser similar na mesma intensidade relativa ao  $VO_2\text{max}$ , as respostas fisiológicas são diferentes. Ademais, a FC, por sua vez, é susceptível a variações externas e pode ser alterada por fatores emocionais (IVARSSON et al., 2009).

Devido a essas limitações em explicar o componente aeróbio, as respostas de lactato sanguíneo têm sido usado como importante ferramenta para controlar a intensidade do exercício. A utilização de uma medida metabólica (lactato sanguíneo) durante o exercício agudo pode apresentar maior precisão para quantificar o estresse fisiológico entre diferentes indivíduos e, também, para servir de referência para a prescrição individualizada da intensidade do treinamento (CAPUTO et al., 2009).

Gaesser e Poole (1996) propuseram três domínios para intensidade do esforço a partir das respostas de lactato sanguíneo: moderado, pesado e severo. O domínio moderado corresponde às intensidades realizadas sem a modificação do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso, ou seja, abaixo do LL. A duração do exercício neste domínio é dependente de depleção de substratos, desequilíbrio hídrico, eletrolítico e desajustes nos mecanismos de termorregulação (CAPUTO, 2009). O domínio pesado se inicia a partir da menor intensidade de esforço que o lactato se eleva, LL, e tem como limite superior, a intensidade correspondente ao OBLA. No domínio severo, não há estabilidade das variáveis metabólicas e o lactato se eleva até a exaustão.

Os exercícios desenvolvidos na intensidade do OBLA proporcionam aumentos significantes no  $VO_2\text{max}$ , no gasto calórico durante o exercício, no dispêndio energético pós exercício, na massa corporal magra, na atividade mitocondrial e na redução do perfil lipídico (HELGERUD et al., 2007; DANIS et al., 2003).

Apesar dessas evidências consistentes, nenhum estudo investigou os efeitos de um programa de exercício (ciclismo estacionário) realizado na intensidade referente ao OBLA em adolescentes que apresentam



excesso de peso, limitando a prática dos profissionais de saúde e medicina do esporte que trabalham com esta população.

Assim, acredita-se que um programa de exercício físico de intensidade elevada, no domínio fisiológico pesado, que leve em consideração os princípios do treinamento e a adaptação fisiológica ao esforço durante o período de intervenção, pode ser eficaz no controle e combate da obesidade e fatores de risco associados, demonstrando que a atividade prescrita dessa forma pode trazer benefícios adicionais aos adolescentes com excesso de peso.

Ademais, a prescrição da intensidade do exercício conforme índices fisiológicos provenientes das respostas de lactato sanguíneo, tem sua relevância na medida em que se desconhece o efeito de um programa com essas características na população em questão, o que pode servir como mais uma ferramenta no tratamento ou prevenção desta enfermidade.

### **Definição de variáveis**

#### *Exercício físico aeróbio*

- Conceitual: Uma atividade física planejada, estruturada e repetitiva, com exercícios dinâmicos de intensidade de moderada a alta, envolvendo a participação dos grandes grupos musculares por período de tempo prolongado (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE [ACSM], 2000).

- Operacional: Refere-se ao programa de exercício físico.

- Tipo de variável: Variável independente.

#### *Composição corporal*

- Conceitual: É um componente morfológico entendido como a quantificação do corpo humano em massa de gordura (MG) e massa corporal magra (BROZEK et al., 1963).

- Operacional: Foi considerada como o percentual de gordura corporal (%G), a massa livre de gordura (MLG), a massa corporal total, o índice de massa corporal (IMC), o perímetro da cintura (PC) e a dobra cutânea tricipital (DCT).

- Tipo de variável: Variável dependente.

#### *Perfil lipídico*

- Conceitual: Refere-se à dosagem sanguínea dos TG, CT, LDL-C e HDL-C após jejum de 12 a 14 horas (IV DIRETRIZ BRASILEIRA SOBRE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE

## DO DEPARTAMENTO DE ATEROSCLEROSE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA [IV DBSD], 2007).

- Operacional: Foi operacionalizado da mesma forma conceitual.
- Tipo de variável: Variável dependente.

### *Capacidade aeróbia*

- Conceitual: Quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo metabolismo aeróbio, sendo melhor estimada pelos índices associados à resposta de lactato sanguíneo (DENADAI, 2000).
- Operacional: Foi operacionalizada da mesma forma conceitual.
- Tipo de variável: Variável dependente.

## **Estrutura da dissertação**

Segundo a norma 02/2008, artigo 6º, do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a presente dissertação está apresentada no modelo alternativo (coletânea de artigos ou livro), sendo composta por três artigos científicos.

A dissertação é composta por seis capítulos. O Capítulo I aborda questões relacionadas ao problema e à importância do estudo, objetivos (geral e específicos), definição das hipóteses, delimitação do estudo, justificativa e definição de variáveis; o Capítulo II apresenta o material e métodos empregados no programa de exercício físico; o Capítulo III apresenta o primeiro artigo, “Da evidência à intervenção: programa de exercício físico para adolescentes com excesso de peso em Florianópolis, SC”, aceito para publicação na Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde (Anexo 1), publicado no volume 14, número 2, do ano de 2009; o Capítulo IV apresenta o segundo artigo, “Efeitos do exercício físico aeróbio na composição corporal e perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso”, submetido para apreciação da Revista Brasileira de Medicina do Esporte; o Capítulo V apresenta o terceiro artigo, “Efeito do exercício físico aeróbio na resposta cardiorrespiratória e metabólica de adolescentes com excesso de peso”, submetido à Revista Brasileira de Medicina do Esporte; e o Capítulo VI apresenta as conclusões e recomendações do estudo. Os Capítulos III, IV e V estão no formato em que o artigo foi submetido ao periódico, respeitando, dessa forma, as normas vigentes nas revistas.

## CAPÍTULO II

### MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo faz parte de um projeto intitulado “Efeitos do exercício físico em adolescentes com síndrome metabólica”, coordenado pelo Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NUCIDH), submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC visando a adequar-se às normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, aprovado sob número de protocolo 396/07 (Anexo 2).

#### **Caracterização do estudo**

O estudo caracterizou-se como experimental, utilizando um delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento.

A pesquisa experimental tenta estabelecer relações de causa e efeito, ou seja, a variável independente é manipulada e seu efeito sobre a variável dependente é observada (THOMAS et al., 2007). No delineamento do presente estudo, os grupos são formados aleatoriamente, mas ambos são submetidos a testes pré e pós-tratamento.

#### **Sujeitos da pesquisa**

Os sujeitos da pesquisa compreenderam adolescentes de ambos os sexos, na faixa etária de 13 a 17 anos, com excesso de peso. A seleção dos sujeitos deu-se da seguinte maneira:

Inicialmente, 60 adolescentes mostraram-se interessados no programa de exercício físico, entrando em contato com os coordenadores do projeto via telefone ou e-mail. Em seguida foi marcada uma reunião com os pais ou responsáveis destes adolescentes, comparecendo 46 pais/responsáveis. A partir desta reunião, foi agendado um dia para as avaliações iniciais, comparecendo 36 adolescentes às mesmas. Os coordenadores entraram em contato com os adolescentes que não compareceram às avaliações, mas eles não se demonstraram mais interessados na participação no programa.

Deste modo, os 36 adolescentes foram distribuídos em grupos, experimental – GE (n = 23) e controle – GC (n = 13). Após os critérios

de exclusão para as análises finais, o GE foi formado por nove e o GC por cinco adolescentes.

### **Desenho experimental**

De acordo com o tipo e o delineamento do estudo, o desenho experimental pode ser expresso da seguinte forma, segundo Thomas et al. (2007):

Tabela 1. Desenho experimental de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento

R	O1	T	O2
R	O3		O4

R - Grupo randomizado; O1 – GE (pré-teste); O2 – GE (pós-teste); O3 – GC (pré-teste); O4 – GC (pós-teste); T – Tratamento (intervenção).

### **Crítérios de inclusão no programa de exercício físico**

Os critérios de inclusão no programa de exercício físico foram:

a) Os adolescentes teriam que apresentar excesso de peso corporal, verificado por meio do IMC e classificado de acordo com os pontos de corte de Cole et al. (2000) para a idade e o sexo, cujo valor mínimo corresponde ao IMC de 25 kg/m<sup>2</sup> na idade adulta.

b) Os adolescentes não poderiam estar realizando nenhuma dieta ou intervenção nutricional a, pelo menos, três meses.

c) Os adolescentes não poderiam está participando de outro programa de exercícios físicos ou escolinhas de treinamento, exceto as aulas de Educação Física escolar.

d) Os adolescentes não poderiam estar fazendo uso de nenhuma medicação que ajudasse na redução do peso corporal a, pelo menos, três meses.

### **Crítérios de exclusão para as análises finais dos dados**

Os seguintes critérios de exclusão foram utilizados perante os sujeitos durante o programa:

a) Começar a fazer dietas ou alterar seus hábitos alimentares.

b) Participar de outro programa de exercício físico ou escolinhas de treinamento de modalidade esportivas.

- c) Fazer uso de alguma medicação que ajudasse na redução do peso corporal.
- d) Ter frequência inferior a 75% nas sessões da intervenção.
- e) Apresentar alguma lesão ortopédica que os impedissem de realizar o treinamento com a intensidade proposta.

### **Instrumentos e procedimentos de medida**

Ambos os grupos (GC e GE) realizaram avaliações de composição corporal, antropométricas, de perfil lipídico, de capacidade aeróbia e de nível de atividade física (NAF) antes e depois do período de intervenção (pré e pós-testes).

### **Avaliação da composição corporal e antropometria**

- **Impedância Bioelétrica (BIA)** – Com um analisador de composição corporal tetrapolar Biodinamics® (modelo BF-310), foram coletadas as medidas de BIA (resistência e hidratação dos tecidos livre de gordura) para determinar o percentual de gordura corporal (%G) dos adolescentes. A BIA emite uma corrente elétrica indolor, de baixa intensidade, equivalente a 800  $\mu$ A, a uma frequência de 50 Khz, seguindo o caminho do eletrodo fonte até o de captação. Foram utilizados eletrodos sensoriais (proximais) sobre a superfície dorsal do punho e do tornozelo, e eletrodos fonte (distais) na base das articulações metacarpofalângica da mão e metatarsofalângica do pé, todos no hemisfério direito, estando o indivíduo em decúbito dorsal, em uma superfície não condutora de eletricidade. Além das padronizações estabelecidas para a BIA, também foram seguidos os cuidados pré-teste sugeridos por Heyward (1998). Após a estimativa do %G, foram calculadas a massa de gordura [MG = MC (%G/100)] e a massa livre de gordura (MLG = MC – MG).

- **Balança** – Este instrumento foi utilizado para determinar a massa corporal (MC). Utilizou-se uma balança digital da marca PLENNA®, com precisão de 100g, com desligamento automático e marcador zerado a cada mensuração, seguindo a padronização de Alvarez e Pavan (2007).

- **Fita métrica** – Foi utilizada uma fita métrica para verificar a estatura, seguindo as padronizações de Alvarez e Pavan (2007). A fita métrica foi fixada na parede, ficando o avaliado posicionado de costas para a mesma, descalço, com os calcanhares, as nádegas, os ombros e a porção occipital do crânio tocando a parede e a cabeça no plano de

Frankfurt. Com as medidas de MC e estatura, calculou-se o índice de massa corporal ( $IMC = \text{Massa corporal}/\text{Estatura}^2$ ).

Além da estatura, outra fita métrica, da marca Cardiomed<sup>®</sup>, com precisão de 0,1 cm, foi utilizada para mensurar o PC, seguindo as padronizações de Martins e Lopes (2007).

- **Compasso de dobras cutâneas** – Foi utilizado um compasso da marca Cescorf<sup>®</sup>, com resolução de 0,1 mm, para verificar a espessura da dobra cutânea tricípital (DCT), seguindo a padronização de Benedetti et al. (2007).

### **Avaliação do perfil lipídico**

A coleta sanguínea nos pré e pós-testes foram feitas sempre pela manhã, entre 9 e 10 horas, no laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário (HU) da UFSC, por técnicos especializados, realizando-se punção venosa em tubos a vácuo, estéreis, seguindo as recomendações estabelecidas na IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira De Cardiologia (IV DBSD, 2007).

Em seguida, foi realizada a verificação das concentrações plasmáticas dos componentes do perfil lipídico por meio do aparelho Dimension<sup>®</sup> *clinical chemistry system* modelo RXL.

### **Avaliação da capacidade aeróbia**

- **Teste incremental** – Os voluntários foram submetidos a um teste incremental, submáximo, em cicloergômetro proposto por Armstrong et al (1991). O ergômetro utilizado foi com frenagem eletromagnética da marca ERGO-FIT<sup>®</sup>, modelo 167 CYCLE. A altura do banco e a posição do guidão adequaram-se ao tamanho do adolescente. A carga inicial do teste foi de 30 watts (estágio 1), com incrementos de 30 watts a cada três minutos (estágios subsequentes). Durante todo o teste, o adolescente deveria manter a cadência de 60 rotações por minuto (RPM). O teste foi interrompido no momento em que o sujeito não conseguiu manter tal cadência durante o estágio ou atingiu 85% da FC máxima determinada previamente ( $FC_{\text{Max}} = 208 - 0,7 \times \text{idade}$ ) (TANAKA et al., 2001).

- **Frequencímetro** – Para aferição da FC durante o teste, foi utilizado um frequencímetro da marca Polar<sup>®</sup>, modelo s610i.

- **Lactato** – No início do teste incremental e a cada estágio, eram coletados, por um avaliador treinado, 25 µl de sangue arterializado do lóbulo da orelha, sem hiperemia, para determinar a concentração de lactato. O sangue era imediatamente transferido para microtúbulos de polietileno com tampa - tipo Eppendorff - de 1,5 mL, contendo 50 µl de solução de fluoreto de sódio a 1%. As amostras foram analisadas imediatamente após a coleta por meio de um analisador eletroquímico (YSI STAT® 2700, Yellow Springs, Ohio, USA).

O LL, momento no qual ocorreu o primeiro e sustentado aumento da concentração de lactato acima das concentrações de repouso (FAUDE et al., 2009), foi considerado como uma das intensidades do treinamento. A outra intensidade foi referente ao OBLA e verificada por intermédio da interpolação linear, adotando a concentração fixa de lactato de 3,5 µM (HECK et al., 1985).

### **Avaliação do nível de atividade física**

- **Recordatório de atividades diárias** – Visando a analisar o padrão de atividade física dos interessados no programa para certificar-se de que eles não alterariam o NAF ao longo do período, exceto o GE que participava do treinamento, o recordatório utilizado foi o preconizado por Bouchard et al. (1983) (Anexo 3), referente a atividades diárias habituais.

O instrumento autoadministrado é considerado um método direto de avaliação da atividade física (LAMONTE; AINSWORTH, 2001) e foi aplicado coletivamente por um avaliador treinado. Neste instrumento, faz-se necessário colocar as atividades realizadas de 15 em 15 minutos, sendo que as atividades do cotidiano são classificadas em um continuum envolvendo nove categorias, de acordo com estimativas quanto ao custo calórico médio das atividades realizadas por humanos: 1) repouso na cama; 2) atividades realizadas em posição sentada; 3) atividades leves realizadas em posição em pé; 4) atividades que exigem caminhadas leves (< 4 km/hora); 5) trabalho manual leve; 6) atividades de lazer ativo e prática de esportes recreativos; 7) trabalho manual em ritmo moderado; 8) atividades de lazer ativo e prática de esportes de intensidade moderada; e 9) trabalho manual intenso e prática de esportes competitivos.

A partir daí, os indivíduos foram classificados quanto às características de suas atividades – leve, moderada ou vigorosa.

## **Programa de exercícios físicos**

O programa de treinamento teve duração de 12 semanas consecutivas e ininterruptas, sendo o GE submetido a um programa de exercício físico em cicloergômetro da marca Moviment®, modelo Biocycle 2600 Eletromagnética, e o GC não realizando nenhuma intervenção.

O programa teve frequência semanal de três dias (segundas, quartas e sextas-feiras). Nas segundas e sextas-feiras, a duração do exercício foi de 40 minutos contínuos, com intensidade do treinamento referente à carga em watts do LL. Nas quartas-feiras, o treinamento foi conduzido na intensidade referente a OBLA, com duração de 30 minutos, sendo este período dividido em seis séries, de cinco minutos contínuos, com um minuto de intervalo entre as séries. Antes do início do treinamento, realizou-se uma semana com três sessões abaixo da carga do LL para adaptação ao exercício em cicloergômetro. A cada duas semanas de intervenção, foi realizado um incremento de 10% nas cargas do ergômetro.

Cada sessão do programa era dividida em cinco etapas:

### *1ª) Aferição da PA*

No início de cada sessão, após repouso de cinco minutos, a aferição da PA era realizada em cada adolescente, mediante utilização de um aparelho eletrônico e digital da marca Omron® modelo HEM 742, com manguitos de tamanhos apropriados à circunferência dos braços dos adolescentes, devidamente calibrados antes do início do período de avaliações. Este aparelho foi validado para adolescentes brasileiros (CHRISTOFARO et al., 2009).

### *2ª) Realização de exercícios de alongamento*

Após a aferição da PA, eram realizados exercícios de alongamento ativo com a orientação de um estagiário, supervisionado por um professor de Educação Física. Esta etapa durava cinco minutos.

### *3ª) Exercícios físicos aeróbios em cicloergômetro*

Programa de treinamento em si.

### *4ª) Atividades de volta à calma*

Após os exercícios no cicloergômetro, eram realizadas atividades de volta à calma, com alongamentos e técnicas de relaxamento com música. A duração desta etapa era de cinco minutos.

### *5ª) Aferição da PA*



A última etapa da sessão era, novamente, a aferição da PA, após repouso de cinco minutos.

### **Controle das variáveis**

Os fatores que foram controlados para garantir a validade interna e externa da pesquisa foram:

- Atividades físicas: Foi solicitado que os adolescentes, tanto do GE quanto do GC, mantivessem suas atividades diárias normalmente.

- Nutrição: Não foi realizada nenhuma prescrição dietética, nem reeducação de hábitos alimentares; entretanto, os adolescentes foram instruídos por um profissional da área de nutrição a manter seus hábitos alimentares cotidianos.

- Seleção da amostra: Os sujeitos do GC e do GE foram selecionados de modo aleatório (sorteio).

- Intensidade do exercício físico: Cada adolescente teve uma prescrição individualizada de acordo com o LL e OBLA. Além disso, havia dois professores encarregados da verificação da manutenção da carga do cicloergômetro durante toda a sessão.

- Instrumentação: Os dados de composição corporal e de medidas antropométricas foram coletados no mesmo horário, tanto no pré quanto no pós- teste, por dois antropometristas treinados. A estimativa do erro técnico de medida (ETM) foi calculada em um grupo de 20 adolescentes com excesso de peso. O ETM intra-avaliador para dobras cutâneas foi de 3,5% e, para as medidas de perímetros e estatura, de 1%. O ETM interavaliador foi de 7% para dobras cutâneas e de 1% para as outras medidas. Deste modo, os antropometristas encontravam-se com níveis adequados para avaliação das medidas antropométricas (GORE et al., 2005). A coleta referente à capacidade aeróbia, tanto no pré quanto no pós-teste, foi realizada por um grupo de fisiologistas do exercício capacitados em um laboratório específico; a coleta sanguínea referente ao perfil lipídico dos adolescentes foi realizada em um laboratório com profissionais especializados.

- Expectativa: Nenhuma expectativa por parte dos pesquisadores foi tomada e demonstrada aos adolescentes em quaisquer dos testes e avaliações realizadas.

## **Procedimentos para coleta de dados**

Após aprovação do Comitê de Ética em pesquisa com Seres Humanos da UFSC, foi realizada uma divulgação do programa de exercícios físicos em meios de comunicação (programas televisivos, jornais de circulação estadual e no site da UFSC) (Maio, junho e julho de 2008).

Após esta divulgação, foi agendada com os adolescentes interessados e seus pais/responsáveis uma reunião no CDS da UFSC para explicação dos objetivos, procedimentos e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1) autorizando a participação no programa.

Em seguida, foi agendado um dia com cada adolescente para avaliação da composição corporal, antropométrica, da capacidade aeróbia e do NAF, que ocorreram no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) do CDS da UFSC. No dia seguinte, foi realizada a avaliação do perfil lipídico no laboratório de Análises Clínicas do HU da UFSC. A proforma utilizada para as avaliações encontra-se no apêndice 2 (Julho e agosto de 2008). Após todas as avaliações, os grupos foram selecionados (Agosto de 2008).

Na semana seguinte, foram realizadas três sessões para adaptação ao ergômetro. Em seguida, deu-se início ao programa de exercícios físicos aeróbios (Setembro de 2008).

Na 11ª semana de intervenção, o GC foi contatado, sendo agendados os dias das coletas de dados após o término do programa de exercícios físicos.

Ao término das 12 semanas de intervenção (48 horas após), tanto o GE quanto o GC começaram a realizar as avaliações finais (pós-teste) (Dezembro de 2008).

Foi oportunizada para o GC uma intervenção com as mesmas características que o GE realizou, visando a receber os possíveis benefícios do programa de exercícios físicos (Setembro, outubro e novembro de 2009).

## **Tratamento estatístico**

Inicialmente, foi utilizada a estatística descritiva (mediana, média, desvio padrão, valores mínimos e máximos) para descrever o perfil dos usuários do programa de exercício físico quanto às variáveis de composição corporal, antropométricas, de perfil lipídico, de

capacidade aeróbia e de NAF. Após isto, foi verificada a normalidade dos dados das variáveis contínuas pelo teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, verificou-se a interação entre os grupos (GE e GC) com o período da intervenção (pré e pós) para o emprego da análise de variância (ANOVA) *two way*. Houve interação somente para as variáveis da capacidade aeróbia e FC. Para as variáveis que não apresentaram interação, empregou-se o teste paramétrico (teste “t” pareado) ou não paramétrico (teste de Wilcoxon) para identificar as diferenças entre pré e pós-testes, tanto no GC quanto GE. Para verificar as diferenças entre ambos os grupos, nos pré e pós-testes, foi utilizado o teste “t” de *Student* para amostras independentes ou o equivalente não paramétrico teste U de Mann-Witney. Em todas as análises, adotou-se um nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, K.F. et al. Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. **The New England journal of medicine**, v. 355, n. 8, p. 763-778, 2006.

ALVAREZ, B.R. & PAVAN, A.L. Alturas e comprimentos. In: Petroski, E.L. (Org). **Antropometria: Técnicas e padronizações**. 3. ed. Blumenau: Nova Letra, Cap.2. p. 31-44, 2007.

ALVES, J.G.; FIGUEIROA, J.N. Infant mortality in Brazil and deaths from acute myocardial infarction in the same generation. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 1, p. 1525-1530, 2004.

ALVES, J.G. Low birth weight and early weaning: new risk factors for atherosclerosis. **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 4, p.339-340. 2004.

ALVES, J.G.B. et al. Efeito do exercício físico sobre peso corporal em crianças com excesso de peso: ensaio clínico comunitário randomizado em uma favela no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, Suplemento 2, p. S353-S359, 2008.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição do exercício**. 5. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

ANDERSEN, L.B. et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). **Lancet**, v. 368, n. 9532, p. 299-304, 2006.

Armstrong, N. et al. The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 62, n. 5, p. 369-375, 1991.

BENEDETTI, T.R.B., PINHO, R.A.; RAMOS, V.M. Dobras cutâneas. In: Petroski, E.L. (Org). **Antropometria: Técnicas e padronizações**. 3. ed. Blumenau: Nova Letra, Cap. 3, p. 45-56, 2007.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 95-99, 2003.

BIRCH, A.M. et al. Discovery of a Potent, Selective, and Orally Efficacious Pyrimidinooxazinylic Bicyclooctaneacetic Acid Diacylglycerol Acyltransferase-1 Inhibitor. **Journal of medicinal chemistry**, v. 52, n. 6, 1558-1568, 2009.

BOKOR, S. et al. Prevalence of metabolic syndrome in European obese children. **International journal of pediatric obesity**, v. 3, n. 2, p. 3-8, 2008.

BOUCHARD, C. et al. A method to assess energy expenditure in children and adults. **The American journal of clinical nutrition**, v. 37, n. 3, p. 461-467, 1983.

BROZEK, J. et al. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 110, n. 1, p.113-140, 1963.

CÂNDIDO, A.P. et al. Cardiovascular risk factors in children and adolescents living in an urban area of Southeast of Brazil: Ouro Preto Study. **European Journal of Pediatrics**, v. 168, n. 11, p.1373-1382, 2009.

CAPUTO, F. et al. Exercício aeróbio: aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 1, p. 94-102, 2009.

CARREL, A.L. et al. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise

program: a randomized, controlled study. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, v. 159, n. 10, p.963-968, 2005.

CAVILL, N.; BIDLLE, S.; SALLIS, J. Health Enhancing Physical Activity for Young People: Statement of the United Kingdom Expert Consensus Conference. **Pediatric Exercise Science**, v. 13, n. 1, p.12-25, 2001.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Obesity: Halting the Epidemic by Making Health Easier**. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Improving health and quality of life for all people. Atlanta, 2009.

CHRISTOFARO, D.G.D. et al. Validação do monitor de medida de pressão arterial Omron HEM 742 em adolescentes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 92, n. 1, p. 10-15, 2009.

COLE, T.J. et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, v. 320, n. 7244, p.1240-1243, 2000.

COSTA, R.F.; CINTRA, I.P.; FISBERG, M. Prevalência de Sobrepeso e Obesidade em Escolares da Cidade de Santos, SP. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 1, p.60-67, 2006.

DANIS, A.; KYRIAZIS, Y.; KLISSOURAS, V. The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3-4, p.309-18, 2003.

DENADAI, B.S. Avaliação aeróbia: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo? In: Denadai, B.S., (Org.). **Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, Cap. 1, p. 3-24, 2000.

\_\_\_\_\_ et al. Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sanguíneo durante o teste shuttle run em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 10, n. 1, p.71-78, 2002.

EZENDAM, N.P. et al. Design and evaluation protocol of "FATaintPHAT", a computer-tailored intervention to prevent excessive weight gain in adolescents. **BMC Public Health**, v. 7, p.324, 2007.

FARIAS, E.S. et al. Efeito da atividade física programada sobre a composição corporal em escolares adolescentes. **Jornal de Pediatria**, v. 85, n. 1, p.28-34, 2009.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p.469-490, 2009.

FERNANDEZ, A.C. et al. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 3, p.152-158, 2004.

FORTMEIER-SAUCIER, L. et al. BMI and lipid levels in Mexican American children diagnosed with type 2 diabetes. **Worldviews on evidence-based nursing**, v. 5, n. 3, p.142-147, 2008.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 24, n. 1, p.35-71, 1996.

GIUGLIANO, R.; CARNEIRO, E.C. Fatores associados à obesidade em escolares. **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 1, p. 17-22, 2004.

GLUECK, C.J.; MORRISON, J.A.; WANG, P. Insulin resistance, obesity, hypofibrinolysis, hyperandrogenism, and coronary heart disease risk factors in 25 pre-perimenarchal girls age < or =14 years, 13 with precocious puberty, 23 with a first-degree relative with polycystic ovary syndrome. **Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism**, v. 21, n. 10, p.973-984, 2008.

GORE, C. et al. Certificação em antropometria: um modelo Australiano. In: Norton, K., Olds, T. (Orgs). **Antropométrica**. Porto Alegre: Artmed, Cap.13, p. 375-388, 2005.

GORTMAKER, S.L.; PETERSON, K.E.; WIECHA J. Reducing obesity via a school-based interdisciplinary intervention among youth (Planet Health). **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 153, n. 4, p. 409-418, 1999.

GROSSL, T. et al. Respostas cardiorrespiratórias e metabólicas na aula de ciclismo indoor. **Motriz**, v. 15, n. 2, p. 330-339, 2009.

GUIMARÃES, L.V. et al. Fatores associados ao sobrepeso em escolares. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 1, p.5-17, 2006.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. O músculo cardíaco: o coração como uma bomba. In: Guyton, A.C., Hall, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Cap. 9, p. 92-102, 2002.

HALLAL, P.C. et al. Evaluation of the epidemiological research on physical activity in Brazil: a systematic review. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 3, p.453-460, 2007.

HECK, H. et al. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 3, p.117-130, 1985.

HELGERUD, J. et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 4, p.665-671, 2007.

HEYWARD, V.H. Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. **International Journal of Sport Nutrition**, v. 8, n. 3, p.285-307, 1998.



IV DIRETRIZ BRASILEIRA SOBRE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE DO DEPARTAMENTO DE ATEROSCLEROSE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, n. 1, p.2-19, 2007.

IVARSSON, M. et al. Playing a violent television game affects heart rate variability. **Acta paediatrica**, v. 98, n. 1, p.166-172, 2009.

JAMES, P.T. et al. The worldwide obesity epidemic. **Obesity research**, v. 9, n. 4, p.228S-233S, 2001.

JANSEN, W. et al. A school-based intervention to reduce overweight and inactivity in children aged 6-12 years: study design of a randomized controlled trial. **BMC Public Health**, v. 8, p.257, 2008.

JEE, S.H. et al. Body-mass index and mortality in Korean men and women. **The New England journal of medicine**, v. 355, n. 8, p.779-787, 2006.

KIM, H.S.; TANAKA, K.; MAEDA, K. Effects of exercise training at an intensity relative to lactate threshold in mildly obese women. **The Annals of Physiological Anthropology**, v. 10, n. 4, p.229-236, 1991.

KISHIMOTO, N. et al. Lipoprotein metabolism, insulin resistance, and adipocytokine levels in Japanese female adolescents with a normal body mass index and high body fat mass. **Circulation journal: official journal of the Japanese Circulation Society**, v. 73, n. 3, p.534-539, 2009.

LAMONTE, M.J.; AINSWORTH, B.E. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n. 6, p.S370-S378, 2001.

LEITE, N. et al. Effects of physical exercise and nutritional guidance on metabolic syndrome in obese adolescents. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 13, n. 1, p.73-81, 2009.

MACHADO, F.A. et al. Efeitos do modo de exercício no pico do consumo de oxigênio e resposta do lactato sanguíneo em meninos de 11-12 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 8, n. 3, p.11-15, 2006.

MAFFEIS, C. et al. Maximal aerobic power during running and cycling in obese and non-obese children. **Acta paediatrica**, v. 83, n. 1, p.113-116, 1994.

MAGAREY, A.M.; DANIELS, L.A.; BOULTON, T.J. Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. **The Medical journal of Australia**, v. 174, n. 11, p. 561-564, 2001.

MARTINS, M.O.; LOPES, M.A. Perímetros. In: Petroski, E.L (Org). **Antropometria: Técnicas e padronizações**. 3. ed. Blumenau: Nova Letra, Cap 4. p. 57-69, 2007.

MCLELLAN, T.M.; GASS, G.C. Metabolic and cardiorespiratory responses relative to the anaerobic threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 21, n. 2, p.191-198, 1989.

MIYAI, N. et al. The influence of obesity and metabolic risk variables on brachial-ankle pulse wave velocity in healthy adolescents. **Journal of Human Hypertension**, v. 23, n. 7, p.444-450, 2009.

MOORE, L.L. et al. Does early physical activity predict body fat change throughout childhood? **Preventive Medicine**, v. 37, n. 1, p.10-17, 2003.

NORMAN, A.C. et al. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. **Pediatrics**, v. 115, n. 6, p.690-1006, 2005.

OGDEN, C. et al. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999–2000. **JAMA: the journal of the American Medical Association**, v. 288, n. 14, p. 1728-1732, 2002.

OLIVEIRA, A.M.A. et al. Sobrepeso e Obesidade Infantil: Influência de Fatores Biológicos e Ambientais em Feira de Santana, BA. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 47, n. 2, p.144-150, 2003.

OLIVEIRA, C.L. et al. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p.237-245, 2004.

PAFFENBARGER, R.S.Jr. et al. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **The New England journal of medicine**, v. 314, n. 10, p.605-613, 1986.

PEEBLES, R. Adolescent obesity: etiology, office evaluation, and treatment. **Adolescent medicine: state of the art reviews**, v. 19, n. 3, p.380-405, 2008.

PLACHTA-DANIELZIK, S. et al. Four-year follow-up of school-based intervention on overweight children: the KOPS study. **Obesity (Silver Spring)**, v. 15, n. 12, p.3159-3169, 2007.

RAO, G. Childhood obesity: highlights of AMA Expert Committee recommendations. **American family physician**, v. 78, n. 1, p.56-63, 2008.

RODRIGUES, A.N. et al. Cardiovascular risk factors, their associations and presence of metabolic syndrome in adolescents. **Jornal de Pediatria**, v. 85, n. 1, p.55-60, 2009.

RONQUE, E.R.V. et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de alto nível socioeconômico em Londrina, Paraná, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 6, p.709-717, 2005.

SAGATUN, A. et al. The association between weekly hours of physical activity and mental health: a three-year follow-up study of 15-16-year-old students in the city of Oslo, Norway. **BMC Public Health**, v. 7, n 1, p.147-155, 2007.

SCHMALZ, D.L. et al. A longitudinal assessment of the links between physical activity and self-esteem in early adolescent non-Hispanic females. **The Journal of adolescent health**, v. 41, n. 6, p.559-565, 2007.

SIBAI, A.M. et al. Prevalence and covariates of obesity in Lebanon: findings from the first epidemiological study. **Obesity research**, v. 11, n. 11, p.1353-1361, 2003.

SOAR, C. et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de uma escola pública de Florianópolis, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 4, n. 4, p.391-397, 2004.

STONE, E.J. et al. Effects of physical activity interventions in youth. Review and synthesis. **American journal of preventive medicine**, v. 15, n. 4, p.298-315, 1998.

SUMMERBELL, C.D. et al. Interventions for treating obesity in children. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 3, n. CD001872, 2003.

TABER, D.R. et al. The Effect of a Physical Activity Intervention on Bias in Self-Reported Activity. **Annals of epidemiology**, v. 19, n. 5, p. 316-322, 2009.

TADDEI, J. et al. **Desvios nutricionais em menores de cinco anos**. 1. ed. São Paulo: CRL Balieiro Editores, 2002.

TANAKA, H.; MONAHAN, K.D.; SEALS, D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 37, n. 1, p.153-156, 2001.

TANAKA, K. et al. Physiologic status at 1-year follow-up of obese women engaged in a supervised conditioning program. **The Annals of Physiological Anthropology**, v. 10, n. 3, p.133-145, 1991.

TASSITANO, R.M. et al. Atividade física em adolescentes brasileiros: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 1, p.55-60, 2007.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

TREMBLAY, M.S.; WILLMS, J.D. Secular trends in the body mass index of Canadian children. **CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne**, v. 163, n. 11, p.1429-1433, 2000.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **The Surgeon General's call to action to prevent and decrease overweight and obesity**. Public Health Service, Office of the Surgeon General: Rockville (MD), 2001.

VAN DER HORST, K. et al. The ENDORSE study: research into environmental determinants of obesity related behaviors in Rotterdam schoolchildren. **BMC Public Health**, v. 8, p.142, 2008.

VAN VLIET, M. et al. Ethnic differences in cardiometabolic risk profile in an overweight/obese paediatric cohort in the Netherlands: a cross-sectional study. **Cardiovascular diabetology**, v. 8, p.2, 2009.

VIIKARI, J. et al. The initiatives and outcomes for cardiovascular risks that can be achieved through paediatric counselling. **Current opinion in lipidology**, v. 20, n. 1, p.17-23, 2009.

WALLMAN, K. et al. The effects of two modes of exercise on aerobic fitness and fat mass in an overweight population. **Research in Sports Medicine**, v. 17, n. 3, p.156-170, 2009.

WEBBER, L.S. et al. **American journal of preventive medicine**, v. 34, n. 3, p.173-184, 2008.

WHITAKER, R.C. et al. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. **The New England journal of medicine**, v. 337, n. 13, p. 869-873, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global strategy on diet, physical activity and health**. Geneve, 2004.

YOSHIDA, T. et al. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 56, n. 1, p.7-11, 1987.

YUSUF, S. et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. **Lancet**, v. 364, n. 9438, p.937-952, 2004.

ZAHNER, L. et al. A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6-13 years ("Kinder-Sportstudie KISS"): study design of a randomized controlled trial [ISRCTN15360785]. **BMC Public Health**, v. 6, p.147, 2006.

### **CAPÍTULO III**

## **DA EVIDÊNCIA À INTERVENÇÃO: PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO PARA ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO EM FLORIANÓPOLIS, SC<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo aceito para publicação na Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde em 13 de julho de 2009 e publicado no volume 14, número 2, do ano de 2009.

## **Resumo**

O objetivo do presente estudo é descrever o histórico, funcionamento e modelo lógico de um programa de exercício físico para adolescentes em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. O programa encontra-se no seu segundo semestre de execução. Aproximadamente, 60 adolescentes mostraram-se interessados na atividade. A primeira turma foi formada por 36 adolescentes, sendo que o programa tem como meta final a redução da gordura corporal, equilíbrio do perfil lipídico (colesterol total, triglicerídeos, HDL-Colesterol, LDL-Colesterol), níveis glicêmicos e pressóricos por meio do aumento da atividade física. A atividade física principal é realizada em cicloergômetro, no Centro de Desportos da UFSC. Os recursos financeiros do programa são provenientes do CNPq e dos próprios gestores, além dos recursos humanos envolvidos, como professores e acadêmicos de Educação Física, bioquímicos e psicólogos que desenvolvem avaliações e atividades para o alcance dos objetivos. Acredita-se que o programa pode auxiliar a tornar os adolescentes mais saudáveis.

**Palavras-Chave:** Sobrepeso; Obesidade; Adolescentes; Exercício; Promoção da Saúde.



**Abstract****FROM EVIDENCE TO INTERVENTION: A PHYSICAL EXERCISE PROGRAM FOR OVERWEIGHT ADOLESCENTS FROM FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA, BRAZIL**

The objective of this study was to describe the history, functioning and logical model of a physical exercise program for overweight adolescents from Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. The program is in the second semester of execution. Approximately 60 adolescents were interested in the program. The first group consisted of 36 adolescents and the final objective of the program was to reduce body fat, to improve the lipid profile (total cholesterol, triglycerides, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol) and to reduce glucose and blood pressure levels by increasing physical activity. The main physical activity consists of cycling on a cycle ergometer at the Sports Center of UFSC. The financial resources for the program are provided by CNPq and the program managers themselves, in addition to human resources such as physical education teachers and students, biochemists and psychologists who elaborate assessments and activities to achieve the objectives. The program is believed to help adolescents become healthier.

**Key words:** Overweight; Obesity; Adolescents; Exercise; Health Promotion.

### **Histórico do programa**

Tendo em vista que o quadro de sedentarismo e de excesso de peso vem aumentando na infância e adolescência, tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento<sup>1-4</sup>, em 2007, o Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano (NuCIDH) do Centro de Desportos (CDS), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desenvolveu um levantamento acerca da prevalência de sedentarismo e excesso de peso em adolescentes da cidade de Florianópolis-SC. Os resultados revelaram que 25,4% dos adolescentes eram sedentários<sup>5</sup> e 14% apresentavam excesso de peso<sup>6</sup>. Esses dados são preocupantes devido à estreita relação entre sedentarismo, excesso de peso e as diversas doenças e agravos não transmissíveis à saúde<sup>1-2</sup>.

Diagnosticado o fato de que adolescentes de Florianópolis apresentavam prevalências preocupantes de sedentarismo e excesso de peso, o NuCIDH decidiu realizar um programa de exercício físico, com a finalidade de reverter este quadro. Além da diminuição da prevalência de excesso de peso e aumento dos níveis de atividade física, outra finalidade do programa seria equilibrar o perfil metabólico (Colesterol total - CT, Triglicérides - TG, HDL-Colesterol – HDL-c, LDL-Colesterol – LDL-c, glicose sanguínea e pressão arterial - PA) de adolescentes com excesso de peso que apresentassem alterações nestas variáveis.

Neste sentido, esforços foram tomados para a implantação do programa. Contatos foram criados no próprio CDS, junto à coordenação, para viabilizar um espaço para o desenvolvimento do programa. Este espaço foi cedido e uma sala com 15 bicicletas ergométricas foi destinada ao projeto.

Além do contato com a coordenação do CDS, outros laboratórios de pesquisa e departamentos foram envolvidos no programa: a) no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), foram realizadas as avaliações cardiorrespiratórias e antropométricas; b) O Grupo de Psicologia foi responsável pela análise das características de personalidade; c) O Departamento de Bioquímica da UFSC forneceu suporte nas avaliações do perfil metabólico, nas quais todos os adolescentes do programa foram submetidos a exames sanguíneos para verificar os níveis de CT, HDL-c, LDL-c, TG e glicose sanguínea.

Depois de criados os contatos iniciais, nos meses de maio, junho e julho de 2008, o programa foi divulgado em meios de comunicação (jornais impressos de circulação estadual, telejornais e site da UFSC)

com intuito de recrutar os adolescentes. Além dos meios de comunicação, os coordenadores retornaram às escolas participantes do levantamento realizado no ano de 2007 e realizaram a divulgação do programa. A população alvo do programa foi compreendida por adolescentes, de ambos os sexos, entre 13 e 17 anos de idade com excesso de peso, nas formas de sobrepeso e/ou obesidade, devido ao levantamento realizado em 2007, que abrangeu fundamentalmente esta faixa etária.

Nos meses de divulgação do programa, os interessados começaram a entrar em contato via telefone, e-mail ou presencial. A partir deste contato, foi agendada uma reunião com os pais e/ou responsáveis destes adolescentes para a explicação dos objetivos e dos procedimentos a serem realizados, e também sobre os benefícios do exercício físico no combate e redução do excesso de peso e dos fatores associados.

Demonstraram interesse em participar do programa, aproximadamente, 60 adolescentes com excesso de peso, que realizaram o contato inicial. Contudo, na primeira avaliação estiveram presentes 36 adolescentes. Os que não compareceram na avaliação foram contatados, mas os mesmos demonstraram desinteresse em participar do programa.

A partir desta estimativa de adolescentes interessados no programa, foram feitos contatos com acadêmicos e professores de Educação Física para coordenar as aulas. Participaram dessa equipe um acadêmico do curso de graduação da UFSC e três professores de Educação Física, os quais passaram por treinamento acerca dos procedimentos necessários para execução das atividades durante as aulas.

### **Funcionamento**

Os dias destinados aos exercícios físicos do programa, no segundo semestre do ano de 2008 (setembro a novembro) foram: segundas, quartas e sextas-feiras, nos períodos matutino (11:00h – 12:00h) e vespertino (14:00h – 15:00h / 16:00h – 17:00h). Os adolescentes tinham a liberdade de escolher em qual dos horários teriam interesse em participar. O programa tem sido oferecido semestralmente, cuja duração é de três meses, devido ao calendário de extensão da UFSC para a comunidade externa.

Tendo em vista o espaço físico limitado e os horários não flexíveis, foi necessário realizar um sorteio entre os adolescentes para colocá-los nos horários do programa. Os adolescentes que não foram sorteados para a participação no programa no ano de 2008, estavam automaticamente inseridos no programa no primeiro semestre de 2009.

O exercício físico realizado é do tipo aeróbio, em cicloergômetro, prescrito individualmente a partir do teste cardiorrespiratório realizado no LAEF. O teste cardiorrespiratório é submáximo, incremental, em cicloergômetro com frenagem eletromagnética da marca ERGO-FIT® modelo 167 CYCLE. O teste é iniciado com 30 watts (estágio 1) e a cada três minutos são incrementados 30 watts (estágios subsequentes), sendo que o adolescente deve manter a cadência de 60 RPM durante todo o teste. O teste foi interrompido quando o adolescente não conseguia mais manter 60 RPM durante o estágio. No início do teste e no final de cada estágio foi coletado 25 µl de sangue arterializado do lóbulo da orelha, sem hiperemia, para determinar a concentração de lactato sanguíneo por meio de um analisador eletroquímico (YSI STAT® 2700, Yellow Springs, Ohio, USA).

A prescrição do exercício durante as sessões é feita por meio das concentrações individuais de lactato sanguíneo, um índice fisiológico considerado padrão ouro para a prescrição de exercício aeróbio<sup>7</sup>. Nas segundas e sextas-feiras, a duração do exercício foi de 40 minutos contínuos, com a intensidade do treinamento referente à carga em watts do limiar de lactato I. Nas quartas-feiras, o treinamento foi conduzido com a intensidade do limiar de lactato II, com duração de 30 minutos, sendo este período dividido em 6 séries de 5 minutos contínuos, com 1 minuto de intervalo entre as séries.

Além do teste cardiorrespiratório, foram realizadas, no início e no término do programa, avaliações antropométricas (peso, estatura, circunferência da cintura e abdômen), de composição corporal (impedância bioelétrica e dobras cutâneas), perfil metabólico (CT, HDL-c, TG, LDL-c, glicose, PA), nível de atividade física<sup>7</sup> e imagem corporal<sup>8</sup>.

Cada sessão do programa é dividida em cinco etapas:

*1ª) Aferição da PA;*

No início de cada sessão, após repouso de cinco minutos, a aferição da PA é realizada em cada adolescente.

*2ª) Realização de exercícios de alongamento;*

Após a aferição da PA são realizados exercícios de alongamento ativo com a orientação de um estagiário, supervisionado por um professor de Educação Física. A duração desta etapa é de cinco minutos.

*3ª) Exercícios físicos aeróbios em cicloergômetro;*

Nas segundas e sextas-feiras, a duração do exercício é de 40 minutos contínuos e a intensidade é referente ao limiar de lactato I. Nas quartas-feiras, a duração é de 30 minutos fracionados em 6 séries de 5

minutos, com um minuto de intervalo entre cada série, sendo a intensidade referente ao limiar de lactato II. A cada duas semanas, um incremento de 10% nas cargas do cicloergômetro foi realizado para aumentar a intensidade da atividade.

4<sup>a</sup>) *Atividades de volta à calma;*

Após os exercícios no cicloergômetro são realizadas atividades de volta à calma, com alongamentos e técnicas de relaxamento com música. A duração desta etapa é de cinco minutos.

5<sup>a</sup>) *Aferição da PA.*

A última etapa da sessão é novamente a aferição da PA, após repouso de cinco minutos.

O encerramento das atividades da primeira turma ocorreu no mês de Dezembro de 2008. No primeiro semestre de 2009 não houve atividades por motivos operacionais, entretanto, para o segundo semestre de 2009, todos os procedimentos adotados em 2008, serão retomados e novas turmas iniciarão.

A participação no programa é gratuita e os adolescentes que já participaram do programa, podem voltar a participar, desde que ainda apresentem excesso de peso corporal.

Na tabela 1, pode-se observar o perfil dos usuários da primeira turma do programa. Foram considerados como ativos os adolescentes que relataram realizar, no mínimo, 60 minutos de atividade física moderada à vigorosa em cada um dos três dias da semana que o recordatório de Bouchard et al.<sup>8</sup> foi aplicado (dia mais ativo, dia menos ativo e domingo).

Para a classificação do estado nutricional (tabela 1) foi calculado o índice de massa corporal – IMC ( $IMC = \text{Peso}/\text{Estatura}^2$ ). A aferição do peso corporal foi mensurada com uma balança digital da marca Plenna® com resolução de 100g e a estatura por meio de um estadiômetro construído com uma fita métrica fixada na parede. Ambas as medidas seguiu as padronizações de Alvarez e Pavan<sup>9</sup>. Os pontos de corte de IMC, para sexo e idade, utilizados para definição do estado nutricional são os propostos pela *International Obesity Task Force* (IOTF)<sup>10</sup>.

Para medir a circunferência abdominal foi utilizada uma fita métrica, da marca Cardiomed®, com resolução de 0,1 cm, seguindo as padronizações de Martins e Lopes<sup>11</sup>. Para identificar se o adolescente apresentava valores normais ou elevados foram utilizados os pontos de corte sugeridos por Taylor et al.<sup>12</sup> que varia conforme o sexo e a idade.

As dobras cutâneas tricipital e subescapular foram mensuradas por meio de um adipômetro da marca Cescorf®, com resolução de 0,1 mm seguindo a padronização de Benedetti et al.<sup>13</sup>. Somaram-se os

valores das dobras cutâneas, cujo resultado foi analisado de forma bruta conforme os pontos de corte de Lohman<sup>14</sup> que diferem entre os sexos. Estimou-se a partir deste somatório o percentual de gordura corporal, sendo os sujeitos classificados sem risco (masculino  $\leq 25\%$  e o Feminino  $\leq 30\%$  de gordura) ou com risco<sup>15</sup>.

A percepção da imagem corporal foi investigada utilizando-se a escala de nove silhuetas corporais propostas por Stunkard et al.<sup>16</sup>. O conjunto de silhuetas foi mostrado aos adolescentes, seguido das perguntas: 1) Qual a silhueta que melhor representa sua aparência física atual (real?); 2) Qual silhueta você gostaria de ter (ideal?). Para verificar a insatisfação com a imagem corporal utilizou-se a diferença entre a silhueta real e a ideal. Quando a diferença foi igual à zero, o indivíduo foi classificado como satisfeito, e se diferente de zero, como insatisfeito.

Aferições da PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas por meio do método oscilométrico, mediante a utilização de um aparelho eletrônico e digital da marca Omron® modelo HEM 742, com manguitos de tamanhos apropriados à circunferência dos braços dos adolescentes, devidamente calibrados antes do início do período de avaliações. Este aparelho foi validado para adolescentes brasileiros<sup>17</sup>. Duas mensurações com um intervalo mínimo de três minutos foram obtidas com os adolescentes sentados e em repouso por pelo menos cinco minutos. Foi padronizado que caso houvesse diferenças iguais ou maiores que 4 mmHg entre as aferições, uma terceira mensuração seria realizada. Para fins de análise, considerou-se o valor médio das medidas. Com base na referência do *National High Blood Pressure Education Program* dos Estados Unidos<sup>18</sup>, os adolescentes com PAS e/ou PAD acima do percentil 95 para sexo, idade e estatura, foram considerados com hipertensão, entre o percentil 90 e 94 como pré-hipertensos e abaixo do percentil 90 como normais.

Para o exame sanguíneo os adolescentes deveriam estar em jejum de no mínimo 12 horas. A coleta foi realizada no período matutino, entre 9 e 10 horas, no laboratório de Análises Clínicas do HU da UFSC por técnicos especializados, realizando-se punção venosa em tubos à vácuo, estéreis. Em seguida foi realizada a verificação das concentrações plasmáticas dos componentes do perfil lipídico e da glicose sanguínea por meio do aparelho Dimension® Clinical Chemistry System modelo RXL. A partir dos resultados, os adolescentes foram classificados quanto aos níveis de CT (mg/dL), em desejável (<170), limítrofe (170-199) ou aumentado ( $\geq 200$ )<sup>19</sup>. O LDL-c (mg/dL), em nível desejável (<110), limítrofe (110-129) ou aumentado ( $\geq 130$ )<sup>19</sup>. O HDL-c

(mg/dL) foi classificado em não desejável (<35) ou desejável ( $\geq 35$ )<sup>19</sup>. O nível de TG (mg/dL), classificado em normal ( $\leq 130$ ) ou aumentado ( $>130$ )<sup>19</sup> e a glicose sanguínea (mg/dL) em normal (<100) ou aumentada ( $\geq 100$ )<sup>20</sup>.

### **Modelo Lógico**

Como insumos do programa têm-se os recursos financeiros provenientes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em forma de bolsa de produtividade e os dos próprios gestores. Os professores, estagiários de Educação Física, bioquímicos e psicólogos, responsáveis pelas avaliações formam os recursos humanos. Para completar os recursos, se dispõe das bicicletas ergométricas, do laboratório de análises clínicas do HU e do LAEF no CDS.

Em relação às atividades pode-se citar à divulgação do programa na mídia e nas escolas, recrutamento dos adolescentes, palestra explicativa, treinamento dos professores e estagiários. Durante todo o programa foram realizadas vigilâncias acerca das atividades propostas e avaliações de indicadores de saúde dos adolescentes.

Os produtos diretos da primeira turma do programa foram os 60 adolescentes juntamente com os seus pais/responsáveis que participaram da palestra inicial. Os 36 adolescentes que participaram das avaliações iniciais e os três professores e um estagiário de Educação Física que ministraram às sessões. Além disso, soma-se aos produtos, o número de adolescentes que desistiram, o número e às causas das faltas ao programa.

Em relação aos resultados em curto prazo, espera-se que os adolescentes aumentem seus níveis de atividade física e que haja uma regulação nos níveis pressóricos daqueles com alteração.

Para os resultados intermediários e em longo prazo é esperada uma manutenção dos resultados imediatos, uma redução na prevalência de sobrepeso e obesidade, aumento da massa corporal magra e regulação do perfil lipídico dos jovens.

### **Conclusão**

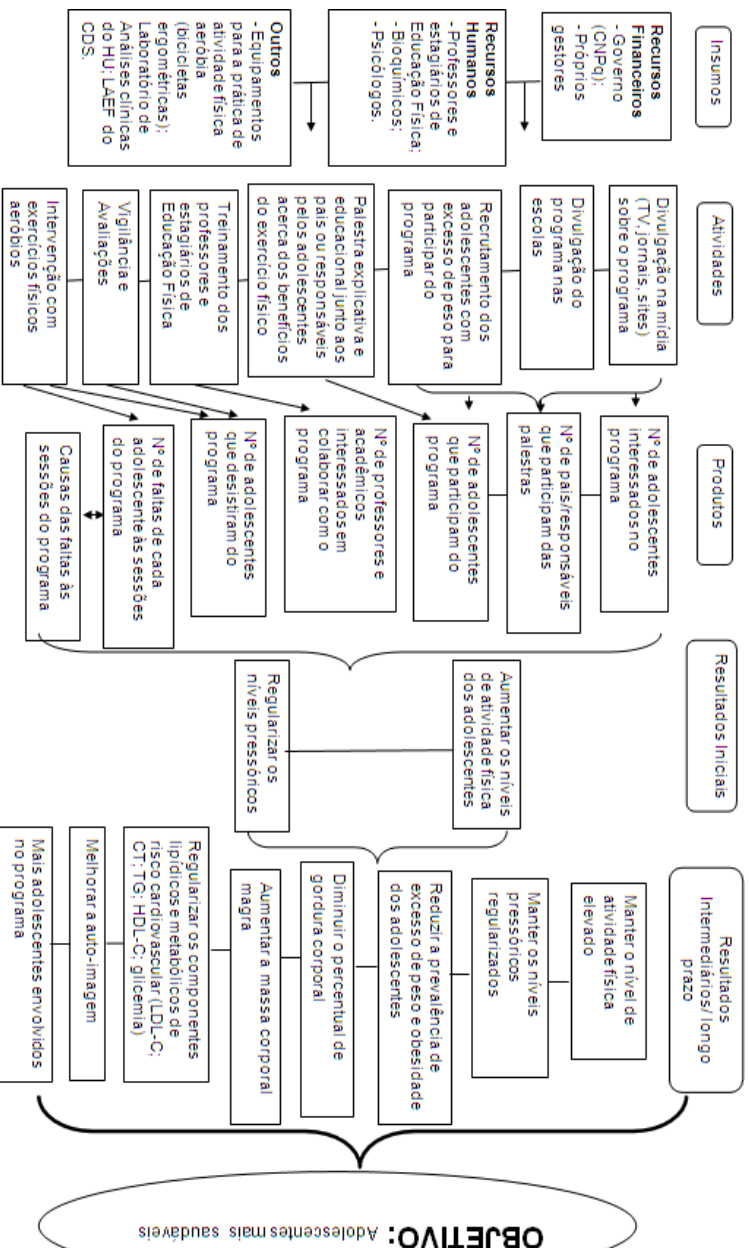
Embora o programa de exercício físico esteja nos primeiros meses de execução, percebe-se que os adolescentes e seus responsáveis mostram-se interessados na participação. Isto leva a crer que eles acreditam nas estratégias de redução de peso por meio da atividade física. Neste sentido, maiores esforços serão dados por parte da coordenação do programa para que mais adolescentes sejam inseridas no programa e recebam os possíveis benefícios.

**Tabela 1.** Perfil dos usuários da primeira turma do Programa de Exercício Físico.

Variável	n	%
<b>NAF</b>		
Ativo	16	44,4
Pouco ativo	20	55,6
<b>Estado Nutricional</b>		
Sobrepeso	16	44,4
Obesidade	20	55,6
<b>Circunferência Abdominal</b>		
Normal	00	00
Elevada	36	100
<b>Somatório de Dobras (triceps + subescapular)</b>		
Nível ótimo	00	00
Nível alto	01	2,8
Nível Muito alto	35	97,2
<b>Percentual de Gordura</b>		
Sem risco	21	58,3
Com risco	15	41,7
<b>Imagem Corporal</b>		
Satisfeito	00	00
Insatisfeito por excesso	36	100
<b>PAS</b>		
Normal	22	61,1
Pré-hipertensão	04	11,1
Hipertensão	10	27,8
<b>PAD</b>		
Normal	28	77,8
Pré-hipertensão	05	13,9
Hipertensão	03	8,3
<b>Colesterol Total</b>		
Desejável	21	58,3
Limitrofe	12	33,4
Aumentado	03	8,3
<b>LDL – Colesterol</b>		
Desejável	28	77,8
Limitrofe	06	16,7
Aumentado	02	5,5
<b>HDL – Colesterol</b>		
Não desejável	02	5,5
Desejável	34	94,5
<b>Triglicerídeos</b>		
Normal	25	69,4
Aumentado	11	30,6
<b>Glicose</b>		
Normal	35	97,2
Aumentada	01	2,8

*NAF – nível de atividade física; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica.*



**MODELO LÓGICO DO PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO**


## Referências

1. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116:1081-1093.
2. Bidlle S, Sallis J, Cavill N (eds.). *Young and active?* London: Health Education Authority, 1998.
3. Grunbaum JA, Kann L, Kinchen S, Ross J, Hawkins J, Lowry R, et al. Youth risk behavior surveillance – United States, 2003 (Abridged). *J Sch Health* 2004; 74:307-324.
4. Lasheras L, Aznar S, Merino B, Lopez EG. Factors associated with physical activity among Spanish youth through the National Health Survey. *Prev Med* 2001; 32:455-464.
5. Pelegrini A Petroski EL. Prevalência de inatividade física e sua associação com estado nutricional, insatisfação com a imagem corporal e comportamentos sedentários em escolares. *Rev Paul Pediatr* [no prelo]: 2009.
6. Pelegrini A, Petroski EL. Excesso de peso em adolescentes: prevalência e fatores associados. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2007; 13: 45-53.
7. Crisafulli A, Tocco F, Pittau G, Caria M, Lorrain L, Melis F, et al. Detection of lactate threshold by including haemodynamic and oxygen extraction data. *Physiol Meas*. 2006 ;27: 85-97.
8. Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr*. 1983;37:461-467.
9. Alvarez BR, Pavan AL. Alturas e comprimentos. In: Petroski EL (Org). *Antropometria: Técnicas e padronizações*. 3ª ed. Cap.2 (pp 31-44). Blumenau: Nova Letra, 2007.

10. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000; 320:1240-1243.
11. Martins MO, Lopes MA. Perímetros. In: Petroski EL (Org). *Antropometria: Técnicas e padronizações*. 3ª ed. Cap.4, (pp. 57-69). Blumenau: Nova Letra, 2007.
12. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:490-495.
13. Benedetti TRB, Pinho RA, Ramos VM. Dobras cutâneas. In: Petroski EL. (Org). *Antropometria: Técnicas e padronizações*. 3ª ed. Cap.3 (pp 45-56) Blumenau: Nova Letra, 2007.
14. Lohman TG. The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth. *JOPERD*. 1987;58:98-102.
15. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health*. 1992;82:358-363.
16. Stunkard, A.J., Sorensen, T. & Schulsinger, F. Use of the Danish Adoption Register for the study of obesity and thinness. In Kety, S.S., Rowland, L.P., Sidman, R.L. & Matthysse, S.W. *The Genetics of Neurological and Psychiatric Disorders*, pp. 115-120. New York: Raven Press, 1983.
17. Christofaro DGD, Fernandes RA, Gerage AM, Alves MJ, Polito MD, Oliveira AR. Validação do monitor de medida de pressão arterial Omron HEM 742 em adolescentes. *Arq Bras Cardiol*. 2009; 92: 10-15.

18. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114:555-576.

19. III Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2001; 77:1-48.

20. Arslanian S, Suprasongsin C. Insulin sensitivity, lipids, and body composition in childhood: is "syndrome X" present? *J Clin Endocrinol Metab*. 1996;81:1058-1062.

## **CAPÍTULO IV**

### **EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERFIL LIPÍDICO DE ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO<sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Artigo submetido à apreciação da Revista Brasileira de Medicina do Esporte.

## RESUMO

**Objetivo:** Verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na composição corporal e perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso.

**Métodos:** Este estudo experimental de delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento foi formado por adolescentes com excesso de peso, divididos aleatoriamente em grupo experimental – GE (n=9) e grupo controle – GC (n=5). A intervenção teve duração de 12 semanas, na qual o GE realizou exercício físico três vezes semanais, em cicloergômetro, com intensidades individuais referentes ao limiar de lactato (LL) e ao *Onset of Blood Lactate Accumulation* (OBLA), e a cada duas semanas um incremento de 10% na carga do ergômetro foi realizado. Os adolescentes foram instruídos a não modificar sua dieta padrão e suas atividades cotidianas.

**Resultados:** Após o período de intervenção, o GE diminuiu a dobra cutânea tricípital, o percentual de gordura corporal, a massa de gordura e aumentou a massa livre de gordura e o perfil lipídico (HDL-c) ( $p<0,05$ ).

**Conclusão:** O programa destinado aos adolescentes com excesso de peso, exclusivamente com exercício físico aeróbio em cicloergômetro, prescritos com indicadores da resposta de lactato sanguíneo, provocou alterações positivas na composição corporal e no HDL-c. Estes achados podem, supostamente, diminuir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares nos adolescentes com excesso de peso que fizeram exercício.

**Palavras-chave:** Exercício aeróbio; Sobrepeso; Ácido láctico; Limiar anaeróbio, Colesterol.

## **Effects of aerobic exercise on the body composition and lipid profile of overweight adolescents**

### **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the effect of an aerobic exercise program on the body composition and lipid profile of overweight adolescents.

**Methods:** A randomized study consisting of pre- and post-treatment tests was conducted on overweight adolescents who were randomly divided into an experimental group (n=9) submitted to an aerobic exercise program and a control group (n=5). The exercise program lasted 12 weeks and consisted of physical exercise on a cycle ergometer performed three times per week at individual intensities corresponding to the lactate threshold and onset of blood lactate accumulation. The ergometer load was increased by 10% at 2-week intervals. The adolescents were instructed not to change their standard diet or daily activities.

**Results:** After the intervention, a reduction in triceps skinfold thickness, percent body fat and fat mass and an increase in fat-free mass and lipid profile (HDL-c) were observed in the experimental group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** The program consisting of exclusive aerobic exercise on a cycle ergometer directed at overweight adolescents and prescribed using indicators of the blood lactate response provoked positive changes in body composition and HDL-c. These findings indicate a possible reduction in the risk of cardiovascular diseases in overweight adolescents who regularly exercise

**Key words:** Aerobic exercise; Overweight; Lactic Acid; Anaerobic threshold; Cholesterol

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o excesso de peso corporal, nas formas de sobrepeso e obesidade, aumentou significativamente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento<sup>(1)</sup>. A adolescência é considerada um período crítico para o incremento da obesidade, devido a maior probabilidade de jovens com excesso de peso tornarem-se adultos obesos<sup>(2,3)</sup>.

Níveis elevados de gordura corporal provocam graves consequências à saúde, como a elevação da pressão arterial e alteração do perfil lipídico e seus componentes, como o colesterol total – CT<sup>(4)</sup>, a lipoproteína de alta densidade (HDL-c)<sup>(5)</sup>, a lipoproteína de baixa densidade (LDL-c)<sup>(6)</sup> e os triglicerídeos (TG)<sup>(7)</sup>. A associação desses fatores predispõe ao desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis, como diabetes mellitus tipo II e doenças cardiovasculares<sup>(1,2)</sup>.

Uma possível saída para evitar estes agravos à saúde é a prevenção do excesso de peso. Entretanto, os hábitos de vida assumidos pelas pessoas, decorrentes do avanço tecnológico, como o sedentarismo, alimentação inadequada e estresse, dificultam esta prevenção<sup>(3)</sup>. Deste modo, tratamentos contra o excesso de peso têm sido realizados de diversas formas, passando desde fármacos com muitas substâncias<sup>(8)</sup> a atitudes simples de mudança de comportamento direcionadas à prática regular de atividade física e adequação dos hábitos alimentares<sup>(2,3)</sup>.

Neste sentido, a criação de programas de atividade física para adolescentes tem sido veementemente incentivada pelos órgãos governamentais<sup>(1,2,3)</sup>, com o intuito de combater e prevenir o excesso de peso e os outros fatores de risco associados. Intervenções nacionais e internacionais foram criadas com este objetivo<sup>(5,9,10,11,12,13,14)</sup>, as quais obtiveram resultados distintos e inconclusivos, o que leva a crer que a criação de estratégias para o combate ao excesso de peso é bem mais complexa do que se imagina.

Pesquisadores demonstraram que intervenções com exercícios aeróbios promovem resultados positivos na composição corporal de adolescentes, como redução do índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura (%G) e aumento de massa magra<sup>(9,13)</sup>. Resultados positivos também foram reportados para o perfil lipídico, especialmente, no aumento do HDL-c e diminuição dos TG<sup>(5)</sup>, reduzindo, desta maneira, a chance de agravos cardiovasculares. Os estudos que demonstraram tais resultados, também incluíram, na intervenção, a



orientação de hábitos alimentares adequados. Tal estratégia impede saber se as respostas positivas são decorrentes do exercício ou da dieta<sup>(1)</sup>.

Outra característica das intervenções com adolescentes é que o exercício físico vem sendo prescrito com índices fisiológicos susceptíveis a variações externas, como a frequência cardíaca<sup>(12)</sup> que pode ser alterada por fatores emocionais<sup>(15)</sup>. O consumo máximo de oxigênio também é bastante utilizado<sup>(11)</sup>, entretanto, outros marcadores são considerados mais adequados para mensurar o estresse provocado pelo exercício. Os índices relacionados à resposta do lactato sanguíneo são considerados mais precisos, pois dependem mais da capacidade de oxidação do lactato, que é a principal via de remoção deste substrato<sup>(16)</sup>. Até o momento, desconhece-se alguma intervenção com adolescentes com sobrepeso que tenha utilizado índices de lactato para prescrever o exercício físico e que tenha verificado o efeito desta atividade na composição corporal e no perfil lipídico.

Assim, programas de intervenção que testem outras formas de prescrever o exercício e que verifiquem exclusivamente o efeito do exercício na composição corporal e no perfil lipídico poderão contribuir para a prática do profissional de saúde e medicina do esporte no conhecimento do real efeito do exercício para combater e controlar o excesso de peso e fatores de risco cardiovasculares associados. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na composição corporal e no perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso.

## MÉTODOS

### *Caracterização da pesquisa*

Este estudo faz parte do projeto “Efeitos do exercício físico em adolescentes com síndrome metabólica”, submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (Protocolo 396/07).

O estudo caracterizou-se como experimental, utilizando um delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento. Os sujeitos da pesquisa compreenderam adolescentes com excesso de peso, de ambos os sexos, na faixa etária de 13 a 17 anos, residentes na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, integrantes de um programa de exercício físico desenvolvido na UFSC<sup>(17)</sup>. Para a participação no programa, alguns critérios de inclusão foram estabelecidos: apresentar excesso de peso corporal, verificado por meio do IMC, de acordo com os pontos de corte de Cole et al.<sup>(18)</sup>; não estar realizando dieta ou intervenção nutricional há pelo menos três meses; não realizar mudanças nos hábitos alimentares ao longo do treinamento; não estar participando de outro programa de exercícios físicos, escolinhas de treinamento, exceto as aulas de Educação Física escolar; não estar fazendo uso de nenhum medicamento que auxiliasse na redução do peso corporal há pelo menos três meses e durante o período de intervenção.

### *Sujeitos da Pesquisa*

Os adolescentes foram recrutados por meio de anúncios na mídia eletrônica, impressa e televisiva. Estavam envolvidos no início do programa 36 adolescentes que foram divididos de forma randômica em dois grupos [GE - grupo experimental (n = 23) e GC - grupo controle (n=13)]. Alguns critérios de exclusão para as análises do presente estudo foram considerados para evitar problemas na validade interna e externa da pesquisa. Foram excluídos os adolescentes que se inseriram em outro programa de exercício físico ou escolinhas de treinamento (n=2); frequência mínima de 75% nas sessões da intervenção (n=17) e tiveram alguma lesão ortopédica (n=3). Assim, para a atual investigação, o GE foi formado por 9 e o GC por 5 adolescentes.

### *Instrumentos e procedimentos de avaliação*

Ambos os grupos realizaram avaliações antropométricas, composição corporal e perfil lipídico antes e após o período de intervenção (pré e pós-testes), que teve duração de 12 semanas

consecutivas e ininterruptas, sendo o GE submetido a um programa de exercício físico e o GC não realizando nenhuma intervenção.

1) Avaliações antropométricas – A massa corporal (MC) foi coletada por meio de uma balança digital da marca Plenna<sup>®</sup>, com resolução de 100g. A estatura foi aferida utilizando um estadiômetro construído com uma fita métrica da marca Cardiomed<sup>®</sup>, com resolução de 0,1cm, fixada na parede. Com estas medidas, calculou-se o índice de massa corporal ( $IMC = \text{Massa corporal} / \text{Estatura}^2$ ). Foi verificado o PC com fita métrica antropométrica da marca Cardiomed<sup>®</sup>, com resolução de 0,1 cm. A dobra cutânea da região tricipital (DCT) foi mensurada utilizando um adipômetro da marca Cescorl<sup>®</sup>, com resolução de 0,1 mm. Todas as medidas antropométricas seguiram as padronizações contidas em Petroski<sup>(19)</sup> e foram coletadas no mesmo horário, tanto no pré quanto no pós-teste por dois antropometristas treinados. A estimativa do erro técnico de medida (ETM) foi calculada em um grupo de 20 adolescentes com excesso de peso. O ETM intra-avaliador para dobras cutâneas foi de 3,5% e para as medidas de perímetros e estatura, de 1%. O ETM inter-avaliador foi de 7% para dobras cutâneas e de 1% para as outras medidas, deste modo, os antropometristas encontravam-se com níveis adequados para avaliação das medidas antropométricas<sup>(20)</sup>.

2) Avaliação da composição corporal – Com um analisador de composição corporal tetrapolar Biodinamics<sup>®</sup> (modelo BF-310), foram coletadas as medidas de impedância bioelétrica – BIA – (resistência e hidratação dos tecidos livres de gordura) para determinar o %G dos adolescentes, seguindo as instruções do manual do referido equipamento. Além das padronizações estabelecidas para a BIA, também foram seguidos os cuidados pré-teste sugeridos por Heyward<sup>(21)</sup>. Após a estimação do %G, foram calculadas a massa de gordura [MG = MC (%G/100)] e a massa livre de gordura (MLG = MC – MG).

3) Avaliação do perfil lipídico – As variáveis bioquímicas consideradas foram TG, CT, HDL-c e LDL-c. A coleta sanguínea, tanto no pré quanto no pós-teste, foi realizada no laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário (HU) da UFSC, no período matutino, respeitando jejum de 10 a 12 horas. As amostras sanguíneas foram coletadas por técnicos especializados, realizando-se punção venosa em tubos a vácuo, estéreis. Em seguida, foi realizada a verificação das concentrações plasmáticas dos componentes do perfil lipídico, por meio do aparelho Dimension<sup>®</sup> clinical chemistry system modelo RXL.

### *Teste Incremental*

A determinação da intensidade do exercício físico para o GE foi realizada por meio de um teste de aptidão cardiorrespiratória no Laboratório de Esforço Físico da UFSC. O teste foi submáximo, incremental, em cicloergômetro com frenagem eletromagnética da marca ERGO-FIT<sup>®</sup>, modelo 167 CYCLE. A altura do banco e a posição do guidão adequaram-se ao tamanho do adolescente. A carga inicial do teste foi de 30 watts (estágio 1), com incrementos de 30 watts a cada três minutos (estágios subseqüentes). Durante todo o teste, o adolescente deveria manter a cadência de 60 RPM. O teste foi interrompido no momento em que o sujeito não conseguiu manter tal cadência durante o estágio ou atingisse 85% da frequência cardíaca máxima determinada previamente<sup>(22)</sup>.

Em repouso e a cada estágio, foi coletado 25 µl de sangue arterializado do lóbulo da orelha, sem hiperemia, para determinar a concentração de lactato. O sangue foi, imediatamente, transferido para microtúbulos de polietileno com tampa - tipo Eppendorff - de 1,5 µl, contendo 50 ml de solução de Fluoreto de Sódio a 1%. As amostras foram analisadas, imediatamente, após a coleta por meio de um analisador eletroquímico (YSI STAT<sup>®</sup> 2700, Yellow Springs, Ohio, USA).

O limiar de lactato (LL), momento no qual ocorreu o primeiro e sustentado aumento da concentração de lactato acima das concentrações de repouso<sup>(23)</sup>, foi considerado como uma das intensidades do treinamento. A outra intensidade foi referente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS), determinada pelo *onset of blood lactate accumulation* (OBLA), conforme recomendação de Denadai et al.<sup>(24)</sup>. O OBLA foi verificado por intermédio da interpolação linear, adotando a concentração fixa de lactato de 3,5µM<sup>(25)</sup>.

### *Programa de Treinamento*

O programa teve uma frequência semanal de três dias (segundas, quartas e sextas-feiras). Nas segundas e sextas-feiras, a duração do exercício foi de 40 minutos contínuos, com a intensidade do treinamento referente à carga em watts do LL. Nas quartas-feiras, o treinamento foi conduzido na intensidade referente ao OBLA, com duração de 30 minutos, sendo este período dividido em 6 séries, de 5 minutos contínuos, com 1 minuto de intervalo entre as séries. Antes do início do treinamento, realizou-se uma semana com 3 sessões abaixo da carga do LL para adaptação ao exercício em cicloergômetro. A cada duas

semanas de intervenção, foi realizado um incremento de 10% nas cargas do ergômetro.

*Tratamento estatístico*

Inicialmente, foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis com distribuição normal foram o PC, a DCT, o %G, a MM, o CT, o HDL-c e o LDL-c, e as com distribuição não normal foram a MC, o IMC, a MG e o TG. Em seguida, foi verificada a interação entre os grupos (GE e GC) com o período da intervenção (Pré e Pós), para o emprego da análise de variância (ANOVA) *two way*. Como não houve interação entre as variáveis, a ANOVA *two way* não pôde ser utilizada. Assim, foi empregado o teste “t” pareado ou o teste de Wilcoxon para identificar as diferenças entre o pré e pós-teste, tanto no GC quanto no GE, para as variáveis antropométricas, composição corporal e perfil lipídico. Para verificar as diferenças entre o GC e o GE, no pré e pós-teste, foi utilizado o teste “t” para amostras independentes ou o teste U de Mann-Witney. Em todas as análises adotou-se um nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

Na tabela 1, encontram-se as características antropométricas do GE e do GC avaliadas antes e após o treinamento. Pode-se verificar que após o período de intervenção, houve diminuição da espessura da DCT do GE ( $p < 0,05$ ).

### **TABELA 1**

Na tabela 2, verificam-se os valores das variáveis da composição corporal antes e após o período de intervenção. Observa-se que, após o período de intervenção, os adolescentes do GE diminuíram o %G, a MG e aumentaram a MLG ( $p < 0,05$ ).

### **TABELA 2**

As variáveis do perfil lipídico podem ser observadas na tabela 3. Observa-se que, após o período de intervenção, os adolescentes que integraram o GE aumentaram as concentrações sanguíneas do HDL-c em 10,6% ( $p < 0,05$ ).

### **TABELA 3**

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na composição corporal e no perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso. O principal achado foi que o exercício aeróbio, prescrito nas intensidades do LL e do OBLA, provocou alterações nos indicadores da composição corporal e do perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso, tornando-se o primeiro estudo a utilizar estes marcadores fisiológicos na referida população.

A resposta de lactato sanguíneo ao exercício é um marcador que traz maior precisão em mensurar o estresse fisiológico provocado pelo exercício e têm sido amplamente utilizado para a caracterização da capacidade cardiorrespiratória e controle da intensidade<sup>(23,24,26)</sup>. Duas intensidades associadas à resposta do lactato são consideradas suficientes para o exercício provocar adaptações orgânicas e melhora da capacidade cardiorrespiratória: intensidade imediatamente anterior ao aumento do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso, durante um exercício de cargas crescentes, comumente chamadas de LL ou limiar aeróbio<sup>(23)</sup> e a intensidade de MLSS ou OBLA, que é a maior intensidade de exercício na qual o lactato produzido e liberado pelos músculos para a corrente sanguínea, é semelhante à taxa na qual ele é removido do sangue, existindo, ainda, um equilíbrio na concentração de lactato ao longo do exercício<sup>(24)</sup>. Tais intensidades vêm sendo empregadas com respostas satisfatórias na prescrição do exercício para atletas<sup>(24)</sup> e não atletas<sup>(26)</sup>, entretanto, não se conhecia o efeito de uma intervenção prescrita, nestas intensidades, na composição corporal e fatores de risco associados em adolescentes com excesso de peso.

A DCT é um medida antropométrica que tem sido muito empregada na identificação da obesidade em populações jovens, por suas correlações consistentes com a gordura corporal total<sup>(27)</sup>, pelo baixo custo da aplicação, fácil treinamento de pessoal e por sua capacidade diagnóstica de alterações lipídicas<sup>(7)</sup>. No presente estudo, foi verificado que os adolescentes do GE diminuíram a espessura desta dobra cutânea, comportamento não verificado no GC.

Estudos de intervenção que prescreveram o exercício por outros índices fisiológicos, como a frequência cardíaca e o  $VO_{2máx}$ <sup>(12,14)</sup> ou que apenas orientaram mudanças no estilo de vida<sup>(10,11)</sup>, também reportaram alterações satisfatórias na DCT, entretanto, tais estudos também utilizaram-se de orientações nutricionais, o que dificulta saber a real efetividade do exercício para esta variável. Deste modo, o programa de exercício físico do presente estudo foi efetivo para a diminuição da DCT

e, possivelmente, na redução de risco de maiores complicações decorrentes da gordura corporal de adolescentes com excesso de peso

Em relação às variáveis da composição corporal, o programa prescrito nas intensidades do LL e do OBLA provocou uma diminuição no %G, na MG e um aumento na MLG dos adolescentes, demonstrando que o exercício físico é capaz de promover alterações positivas na composição corporal, mesmo sem restrição calórica. Uma possível explicação para estes achados é a circulação elevada de ácidos graxos livres ( $\uparrow$  AGL) que indivíduos com excesso de gordura corporal têm no organismo e a disponibilidade deste substrato para o exercício. Ivi et al.<sup>(28)</sup> foram os primeiros autores a identificar que sujeitos com estas características ( $\uparrow$  AGL) necessitam realizar um esforço maior em %VO<sub>2máx</sub> para atingir os LL. Logo, uma intervenção de 12 semanas que exija determinada intensidade, em pessoas com excesso de peso, demonstra ser eficiente, pois a intensidade do exercício é maior, o que reflete na utilização da gordura corporal como substrato energético, resultando na diminuição do %G e MG.

O excesso de gordura corporal em adolescentes tem se correlacionado com altos níveis de CT<sup>(4)</sup> e TG<sup>(7)</sup>, e baixos níveis de HDL-c<sup>(5)</sup>. O efeito do exercício físico nos fatores de risco cardiovascular tem sido investigado na população jovem, e os resultados evidenciam que os exercícios podem não reduzir os níveis de colesterolemia total e a fração LDL-c de forma quantitativa, porém modificam a qualidade das subfrações do LDL, aumentando as concentrações das LDL grandes e diminuindo as de LDL pequenas<sup>(6)</sup>. Deste modo, os maiores efeitos do exercício são sobre os níveis de HDL-c e de TG<sup>(29)</sup>. Como em outras pesquisas<sup>(5,6,29)</sup>, neste estudo, houve melhora no perfil lipídico dos adolescentes, sendo que o HDL-c aumentou 10,6% no GE. Por outro lado, o CT, o LDL-c e o TG não se modificaram de maneira significativa após 12 semanas de treinamento físico. Resultados semelhantes também foram observados por outros autores que, além do exercício, também utilizaram a orientação nutricional<sup>(5,6)</sup>.

O HDL-c é considerado um mediador importante de transporte de colesterol reverso, um processo que envolve a transferência e assimilação de colesterol livre dos tecidos periféricos, como por exemplo, a parede arterial, com subsequente envio para o fígado<sup>(30)</sup>. Tais observações confirmam a hipótese de que o treinamento físico, através do aumento do HDL-c, contribui para a redução do risco de doenças cardiovasculares<sup>(6)</sup>. Shah et al.<sup>(30)</sup> propuseram que cada 1mg/dL de aumento no HDL-c é associado com 3% de risco mais baixo de doença



coronariana. De acordo com tal fato, os dados encontrados, no presente estudo, indicam que os adolescentes diminuíram, aproximadamente, em 12% este risco, uma vez que os níveis de HDL-c do GE aumentaram, de maneira significativa, 4mg/dL.

No Brasil, algumas intervenções de exercício físico com adolescentes foram realizadas e obtiveram resultados positivos<sup>(5,9,12,13)</sup>. No estudo de Alves et al.<sup>(9)</sup>, que objetivou verificar a eficácia de uma intervenção exclusiva com exercício físico, para o controle de excesso de peso em crianças, foi identificada uma significativa redução do IMC no GE. No presente estudo, não foram encontradas alterações significativas no IMC, entretanto, este índice parece não ser o mais recomendado para verificar alterações da composição corporal em uma intervenção, pois a variação que ele apresenta pode ser devido ao crescimento corporal e aumento da massa muscular<sup>(31)</sup>. Ademais, estudos de validade, usando o IMC para identificar crianças e adolescentes com excesso de adiposidade, têm demonstrado uma sensibilidade de baixa à moderada; e, ainda, há insuficientes evidências com estudos prospectivos, ligando o excesso de peso verificado pelo IMC na adolescência com morbi-mortalidade na vida adulta<sup>(31)</sup>.

A intervenção de Fernandez et al.<sup>(13)</sup> objetivou verificar as influências do exercício aeróbio e anaeróbio na composição corporal de adolescentes obesos do sexo masculino. Foi encontrado que, o exercício físico aliado à orientação nutricional, promoveu maior redução ponderal nos indicadores da composição corporal (%G e MLG), quando comparado com a orientação nutricional somente. Em outra intervenção de 12 semanas<sup>(5)</sup>, houve melhoras no perfil metabólico dos adolescentes obesos que participaram do GE. Ambas as pesquisas diferem da presente, pois nelas a orientação nutricional pela qual os adolescentes passaram impede saber se o exercício, da maneira como foi prescrito, traz efeitos reais nas variáveis investigadas.

Neste sentido, o presente estudo junta-se a estas outras intervenções que verificaram o efeito do exercício físico na composição corporal e perfil lipídico de adolescentes com excesso de peso. Ademais, este estudo adiciona à literatura informações de efetividade sobre uma atividade com exercício aeróbio, sem modificações dos hábitos alimentares, desenvolvida em cicloergômetro e prescrita nas intensidades do LL e do OBLA. Pode-se, ainda, afirmar que os adolescentes analisados, tanto do GE quanto do GC, dedicaram-se integralmente ao programa, pois conforme as informações levantadas pelo recordatório de atividades<sup>(32)</sup>, eles não se envolveram em outros

programas de atividade física e nem alteraram as atividades do cotidiano (dados não apresentados).

O presente estudo apresenta algumas limitações que necessitam ser citadas, como: 1) número reduzido de sujeitos que completaram as 12 semanas; 2) dificuldade no recrutamento dos adolescentes e do cumprimento dos critérios estabelecidos para análise final; 3) não verificação dos hábitos alimentares por meio de um recordatório ou diário, como realizado para a atividade física, para a possível exclusão daqueles que alteraram tais hábitos. Este fato pode ser uma justificativa para a tendência do aumento dos triglicérides nos adolescentes do GE. Entretanto, a cada sessão, os instrutores questionavam os adolescentes acerca destes hábitos e dos outros critérios estabelecidos para exclusão.

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, conclui-se que o programa destinado aos adolescentes com excesso de peso, exclusivamente com exercício físico aeróbio em cicloergômetro, prescritos com indicadores da resposta de lactato sanguíneo, provocou alterações positivas na composição corporal e no HDL-c. Estes achados podem, supostamente, diminuir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares nos jovens. Deste modo, recomenda-se que exercícios com as intensidades prescritas no atual estudo sejam aplicadas por profissionais de saúde e medicina do esporte que trabalham com esta população.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization - WHO. Global strategy on diet, physical activity and health. Geneva, 2004.
2. Center for Disease Control and Prevention - CDC. Obesity: Halting the Epidemic by Making Health Easier. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Improving health and quality of life for all people. Atlanta, 2009.
3. International Obesity Task Force - IOTF. Preventing childhood obesity. British Medical Association. Board of Science, 2005.
4. Cândido AP, Benedetto R, Castro AP, Carmo JS, Nicolato RL, Nascimento-Neto RM, et al. Cardiovascular risk factors in children and adolescents living in an urban area of Southeast of Brazil: Ouro Preto Study. *Eur J Pediatr.* (*In Press*).
5. Leite N, Milano GE, Cieslak F, Lopes WA, Rodacki A, Radominski RB. Effects of physical exercise and nutritional guidance on metabolic syndrome in obese adolescents. *Rev Bras Fisioter* 2009;13:73-81.
6. Kang HS, Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Allison J, et al. Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1920-1927.
7. Lunardi CC, Petroski, EL. Índice de massa corporal, circunferência da cintura e dobra cutânea tricipital na predição de alterações lipídicas em crianças com 11 anos de idade. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008;52:1009-1014.
8. Birch AM, Birtles S, Buckett LK, Kemmitt PD, Smith GJ, Smith TJ, et al. Discovery of a Potent, Selective, and Orally Efficacious Pyrimidinoxazinyl Bicyclooctaneacetic Acid Diacylglycerol Acyltransferase-1 Inhibitor. *J Med Chem* 2009;52:1558-1568.

9. Alves JGB, Galé CR, Souza E, Batty GD. Efeito do exercício físico sobre peso corporal em crianças com excesso de peso: ensaio clínico comunitário randomizado em uma favela no Brasil. *Cad Saúde Pública* 2008;24:S353-S359.
10. Zahner L, Puder JJ, Roth R, Schmid M, Guldemann R, Pühse U, et al. A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6-13 years ("Kinder-Sportstudie KISS"): study design of a randomized controlled trial [ISRCTN15360785]. *BMC Public Health* 2006; 6:147.
11. Carrel AL, Clark RR, Peterson SE, Nemeth BA, Sullivan J, Allen DB. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159:963-968.
12. Farias ES, Paula F, Carvalho WR, Gonçalves EM, Baldin AD, Guerra-Júnior G. Influence of programmed physical activity on body composition among adolescent students. *J Pediatr (Rio J)* 2009;85:28-34.
13. Fernandez AC, Mello MT, Tufik S, Castro PM, Fisberg M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10:152-158.
14. Ben Ounis O, Elloumi M, Ben Chiekh I, Zbidi A, Amri M, Lac G, et al. Effects of two-month physical-endurance and diet-restriction programmes on lipid profiles and insulin resistance in obese adolescent boys. *Diabetes Metab* 2008;34:595-600.
15. Ivarsson M, Anderson M, Akerstedt T, Lindblad F. Playing a violent television game affects heart rate variability. *Acta paediatr* 2009;98:166-172.
16. McLellan TM, Gass GC. Metabolic and cardiorespiratory responses relative to the anaerobic threshold. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:191-198.

17. Silva DAS, Petroski EL, Pelegrini A. Da evidência à intervenção: Programa de exercício físico para adolescentes com excesso de peso em Florianópolis, SC. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*. (*In press*).
18. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320:1240-1243.
19. Petroski EL editor. *Antropometria: Técnicas e padronizações*. 3ª ed. Blumenau: Nova Letra, 2007.
20. Gore C, Norton K, Olds T, Whittingham N, Birchall K, Clough M, et al. Certificação em antropometria: um modelo Australiano. In: Norton K, Olds T editors. *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed, 2005;375-388.
21. Heyward VH. Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. *Int J Sport Nutr* 1998;8:285-307.
22. Armstrong N, Williams J, Balding J, Gentle P, Kirby B. The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *Eur J Appl Physiol* 1991;62:369-375.
23. Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Med* 2009;39:469-490.
24. Denadai BS, Higino WP, Faria RA, Nascimento EP, Lopes EW. Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sanguíneo durante o teste shuttle run em jogadores de futebol. *Rev Bras Ciênc Mov* 2002;10:71-78.
25. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Holmann, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Intl J Sports Sci* 1985;6:117-130.
26. Norman AC, Drinkard B, McDuffie JR, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115:690-696.

27. Sarría A, Moreno LA, García-Llop LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Paediatr* 2001;90:387-392.
28. Ivy JL, Costill DL, Van Handel PJ, Essig DA, Lower RW. Alteration in the lactate threshold with changes in substrate availability. *Int J Sports Med* 1981;2:139-142.
29. Thomas NE, Cooper SM, Williams SP, Baker JS, Davies B. Relationship of fitness, fatness, and coronary-heart-disease risk factors in 12- to 13-year-olds. *Pediatr Exerc Sci* 2007;19:93-101.
30. Shah PK, Kaul S, Nilsson J, Cercek B. Exploiting the vascular protective effects of high-density lipoprotein and its apolipoproteins. *Circulation* 2001;104:2376-2383.
31. Neovius M, Linné Y, Barkeling B, Rössner S. Discrepancies between classification systems of childhood obesity. *Obes Rev* 2004;5:105-114.
32. Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr* 1983;37:461-467.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis antropométricas no pré e pós-treinamento dos grupos de adolescentes com excesso de peso. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

	Intervenção		Δ%
	Pré	Pós	
MC (kg)			
GE	79,4±14,9	79,5±14,2	0,3±3,2
GC	71,3±7,9	71,1±6,6	-0,1±2,9
Estatura (m)			
GE	1,61±0,1	1,61±0,1	0,6±0,7
GC	1,65±0,1	1,65±0,1	0,3±1,1
IMC (kg/m <sup>2</sup> )			
GE	30,6±5,2	30,3±5,1	-0,9±2,4
GC	26,0±0,9	26,0±0,6	-0,7±4,4
PC (cm)			
GE	90,1±11,8	89,4±11,3	-0,6±3,1
GC	81,7±8,1	80,6±6,4	-1,3±2,4
DCT (mm)			
GE	30,4±7,3	26,1±6,5*	-14,0±9,9
GC	27,9±4,4	27,0±3,6	-3,3±18,2

MC – massa corporal; IMC – índice de massa corporal; PC – perímetro da cintura; DCT – dobra cutânea tricipital; GE – grupo experimental; GC – grupo controle; Δ% - delta percentual; \*p<0,05 (Pré x Pós) – teste “t” pareado.

Tabela 2. Valores médios e o desvio padrão das variáveis da composição corporal no pré e pós-treinamento dos grupos de adolescentes com excesso de peso. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

	Intervenção		$\Delta\%$
	Pré	Pós	
Gordura (%)			
GE	28,8±5,4	27,6±5,6*	-4,2±3,8
GC	22,8±5,4	20,7±5,9	-9,9±10,2
MG (kg)			
GE	23,3±8,8	22,4±8,6*	-4,2±3,8
GC	16,2±3,6	14,6±3,8	-9,9±10,2
MLG (kg)			
GE	56,2±7,0	57,1±7,1*	1,7±1,5
GC	55,0±7,5	56,5±8,1	2,7±2,6

MG – massa de gordura; MLG – massa livre de gordura; GE – grupo experimental; GC – grupo controle;  $\Delta\%$  - delta percentual; \* $p<0,05$  (Pré x Pós) – teste “t” pareado.



Tabela 3. Valores médios e o desvio padrão das variáveis do perfil lipídico no pré e pós-treinamento dos grupos de adolescentes com excesso de peso. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

	Intervenção		Δ%
	Pré	Pós	
CT (mg/dL)			
GE	164,4±18,3	162,0±31,9	-2,1±10,4
GC	139,8±30,4	141,2±45,1	-0,3±18,1
HDL-c (mg/dL)			
GE	45,4±6,0	49,9±4,8*	10,6±9,9
GC	45,6±8,4	48,6±14,9	5,6±17,7
LDL-c (mg/dL)			
GE	95,9±15,4	89,4±23,4	-7,6±13,8
GC	80,2±24,6	76,8±27,6	-5,4±13,4
TG (mg/dL)			
GE	94,2±53,0	111,9±86,7	10,6±38,7
GC	89,0±44,0	76,2±30,3	-8,7±27,6

CT - colesterol total; HDL-c - lipoproteína de alta densidade; LDL-c - lipoproteína de baixa densidade; TG - triglicerídeos; GE - grupo experimental; GC - grupo controle; Δ% - delta percentual; \*p<0,05 (Pré x Pós) - teste "t" pareado.

## CAPÍTULO V

### **EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO NA RESPOSTA CARDIORRESPIRATÓRIA E METABÓLICA DE ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO<sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup> Artigo submetido à apreciação da Revista Brasileira de Medicina do Esporte.

## Resumo

**Objetivo:** Verificar o efeito de um programa de exercício físico aeróbio na resposta cardiorrespiratória e metabólica de adolescentes com excesso de peso.

**Métodos:** Este estudo experimental de delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento foi formado por adolescentes com excesso de peso, divididos aleatoriamente em grupos experimental - GE (n=9) e controle - GC (n=5). A avaliação inicial e final da capacidade aeróbia foi realizada por um teste incremental submáximo em cicloergômetro. A intervenção teve duração de 12 semanas, na qual o GE realizou exercício físico três vezes semanais, em cicloergômetro, com intensidades individuais referentes ao limiar de lactato (LL) e ao *Onset of Blood Lactate Accumulation* (OBLA), e a cada duas semanas, foi realizado um incremento de 10% na carga do ergômetro.

**Resultados:** Após o período de intervenção, houve um aumento nas cargas referentes ao LL (33,3%) e OBLA (14,2%) no GE. Além disso, o GE atingiu o LL com uma frequência cardíaca (FC) superior ao período inicial e ao GC ( $p < 0,05$ ).

**Conclusão:** O programa destinado aos adolescentes com excesso de peso, com exercício físico aeróbio em cicloergômetro, prescritos com indicadores da resposta de lactato sanguíneo, provocou alterações positivas na capacidade aeróbia e FC, aumentando a tolerância ao exercício nos adolescentes que participaram do treinamento. Estes achados indicam, supostamente, que adolescentes com excesso de peso, inseridos em programas de exercício físico, podem diminuir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares na idade adulta.

**Palavras-chave:** Exercício aeróbio; Sobrepeso; Ácido lático; Limiar anaeróbio; Frequência cardíaca.

## **Effect of aerobic exercise on the cardiorespiratory and metabolic response of overweight adolescents**

### **Abstract**

**Objective:** To evaluate the effect of an aerobic exercise program on the cardiorespiratory and metabolic response of overweight adolescents.

**Methods:** A randomized study with pre- and post-treatment tests was conducted on overweight adolescents divided into an intervention group (n=9) and a control group (n=5). Aerobic fitness was evaluated at the beginning and at the end of the exercise program by an incremental submaximal test on a cycle ergometer. The duration of the exercise program was 12 weeks, during which the intervention group performed physical exercise three times per week on a cycle ergometer at individual intensities corresponding to the lactate threshold (LT) and onset of blood lactate accumulation (OBLA). The ergometer load was increased by 10% at intervals of 2 weeks.

**Results:** After intervention, an increase in loads corresponding to the LT (33.%) and OBLA (14.2%) was observed in the intervention group. In addition, the intervention group reached the LT with a heart rate higher than that observed during the pre-treatment period and of the control group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** The program aimed at overweight adolescents consisting of aerobic exercise on a cycle ergometer and prescribed based on blood lactate response indicators resulted in positive changes in aerobic fitness and heart rate, increasing the exercise tolerance of adolescents participating in the training. These findings suggest that overweight adolescents participating in physical exercise programs may decrease their risk of developing cardiovascular diseases in adult life.

**Key words:** Aerobic exercise; Overweight; Lactic acid; Anaerobic threshold; Heart rate.

## INTRODUÇÃO

O sobrepeso e a obesidade na adolescência vêm crescendo em níveis alarmantes nos países em desenvolvimento<sup>(1)</sup>, acarretando preocupações para os órgãos governamentais<sup>(2)</sup>, pois o excesso de gordura corporal na adolescência traz problemas à saúde, como alterações ortopédicas, metabólicas e aumento do risco de mortalidade na vida adulta<sup>(1,2)</sup>.

O exercício aeróbio tem sido considerado um importante componente de programas de atividade física para adolescentes com excesso de peso, o qual é referendado como uma estratégia fundamental nas recomendações de atividade física relacionada à saúde<sup>(1-3)</sup>. Estudos com adolescentes confirmaram a importância do exercício aeróbio na melhora das condições metabólicas (pressão arterial e perfil lipídico)<sup>(4)</sup>, das funções cardiorrespiratórias<sup>(5)</sup> e gasto energético<sup>(6)</sup>.

As recomendações do *National Association of Physical Education and Sports* preconizam que adolescentes realizem atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa em todos os dias da semana<sup>(3)</sup>. Algumas intervenções utilizaram o exercício de intensidade moderada que, tradicionalmente, tem sido aceito para o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória<sup>(4)</sup>.

Por outro lado, existem evidências consistentes que os exercícios realizados em intensidades elevadas, como no domínio fisiológico pesado, também determinam adaptações que refletem na saúde, melhorando a capacidade cardiorrespiratória e propiciando um maior dispêndio energético que os de intensidade moderada<sup>(5,7)</sup>.

Assim, tanto para a saúde como para a performance é necessária a correta aplicação dos princípios do treinamento, destacando-se o da individualidade, aplicando-se a sobrecarga de acordo com a capacidade de cada indivíduo. Sobre os fatores que compõem a sobrecarga (intensidade, volume e frequência semanal) a intensidade parece ser a mais importante, determinando, quase que isoladamente, a existência ou não das adaptações e que tipo de adaptação irá existir no treinamento.

Desta forma, para a prescrição da intensidade e do volume do treinamento, tem sido utilizado índices fisiológicos, como a frequência cardíaca (FC), o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max) e a resposta do lactato<sup>(8)</sup>.

No entanto, algumas limitações são destacadas quando analisamos os resultados encontrados por Mclellan e Gass<sup>(9)</sup>, nos quais indivíduos com valores similares de aptidão cardiorrespiratória

apresentavam diferentes respostas fisiológicas durante o exercício agudo, realizado no mesmo percentual relativo do  $\text{VO}_2\text{max}$ . Ademais, a FC, por sua vez, é susceptível a variações externas e pode ser alterada por fatores emocionais<sup>(10)</sup>.

Assim sendo, a utilização de uma medida metabólica (lactato sanguíneo) durante o exercício agudo pode apresentar uma maior precisão para quantificar o estresse fisiológico entre diferentes indivíduos e, também, para servir de referência para a prescrição individualizada do treinamento<sup>(11)</sup>.

Duas intensidades determinadas pelo lactato são suficientes para provocar adaptações orgânicas e por isso, são recomendadas: 1) intensidade imediatamente anterior ao aumento do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso, chamada de limiar de lactato (LL) ou limiar aeróbio<sup>(12)</sup>; 2) intensidade de máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLSS) ou *onset of blood lactate accumulation* (OBLA) que é a maior intensidade na qual ocorre o máximo equilíbrio entre o lactato produzido e liberado pelos músculos para a corrente sanguínea e a taxa de remoção, durante um exercício prolongado<sup>(13)</sup>.

Os exercícios desenvolvidos na intensidade da MLSS e OBLA proporcionam aumentos significantes no  $\text{VO}_2\text{max}$ , no gasto calórico durante a atividade, no consumo de oxigênio durante a recuperação, na massa corporal magra, na atividade mitocondrial e na redução do perfil lipídico<sup>(5,7)</sup>.

Apesar dessas evidências, nenhum estudo investigou os efeitos de um programa de exercício (ciclismo estacionário) realizado na intensidade referente ao OBLA, em adolescentes com excesso de peso, limitando, a prática dos profissionais de medicina do esporte que trabalham com esta população.

Programas de exercício na intensidade referente ao LL foram desenvolvidos em adultos jovens<sup>(14)</sup> e de meia idade<sup>(15)</sup>, os quais apresentaram melhoras significantes na capacidade aeróbia. As poucas investigações com adolescentes foram para verificar a cinética do lactato em testes incrementais e de cargas constantes<sup>(16)</sup>.

Assim, este estudo objetiva verificar os efeitos de um programa de exercício físico aeróbio, realizado no domínio fisiológico pesado, na resposta cardiorrespiratória e metabólica de adolescentes com excesso de peso.

## MÉTODOS

Este estudo faz parte do projeto “Efeitos do exercício físico em adolescentes com síndrome metabólica”, submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (Protocolo 396/07).

### *Sujeitos da Pesquisa*

Participaram deste estudo experimental com delineamento de grupos randomizados com testes pré e pós-tratamento, 36 adolescentes com excesso de peso, de ambos os sexos, na faixa etária de 13 a 17 anos, que foram divididos em dois grupos [grupo experimental - GE (n = 23) e grupo controle - GC (n=13)].

Os adolescentes participavam de um programa de exercício físico desenvolvido na UFSC<sup>(17)</sup> que contava com os seguintes critérios de inclusão: apresentar excesso de peso corporal, verificado por meio do IMC, de acordo com os pontos de corte de Cole et al.<sup>(18)</sup>; não estar realizando dieta ou intervenção nutricional há pelo menos três meses; não realizar mudanças nos hábitos alimentares ao longo do treinamento; não estar participando de outro programa de exercícios físicos, escolinhas de treinamento, exceto as aulas de Educação Física escolar; não fazer uso de medicamento que auxiliasse na redução do peso corporal há pelo menos três meses e durante a intervenção.

Para garantir a validade interna e externa da pesquisa, foram excluídos os adolescentes que se inseriram em outro programa de exercício físico ou escolinhas de treinamento (n=2), no decorrer do programa; frequência mínima de 75% nas sessões da intervenção (n=17) e tiveram alguma lesão ortopédica (n=3). Assim, o GE foi formado por 9 e o GC por 5 adolescentes.

### *Avaliação antropométrica e composição corporal*

A massa corporal (MC) foi coletada por meio de uma balança digital da marca Plenna<sup>®</sup>, com resolução de 100g. A estatura foi aferida com a utilização de um estadiômetro construído com uma fita métrica da marca Cardiomed<sup>®</sup>, com resolução de 0,1cm, fixada na parede. Com estas medidas, calculou-se o índice de massa corporal ( $IMC = \text{Massa corporal} / \text{Estatura}^2$ ). Todas as medidas antropométricas seguiram as padronizações contidas em Petroski<sup>(19)</sup> e foram coletadas no mesmo horário, tanto no pré quanto no pós-teste, por dois antropometristas treinados. A estimativa do erro técnico de medida (ETM) foi calculada em um grupo de 20 adolescentes com excesso de peso. O ETM intra-avaliador para dobras cutâneas foi de 3,5% e para as medidas de perímetros e estatura, de 1%. O ETM interavaliador foi de 7% para

dobras cutâneas e de 1% para as outras medidas, deste modo, os antropometristas encontravam-se com níveis adequados para avaliação das medidas antropométricas<sup>(20)</sup>.

Com um analisador de composição corporal tetrapolar Biodinamics® (modelo BF-310), foram coletadas as medidas de impedância bioelétrica – BIA – (resistência e hidratação dos tecidos livres de gordura) para determinar o percentual de gordura (%G) e a massa livre de gordura (MLG) dos adolescentes, seguindo as instruções do manual do referido equipamento. Além das padronizações estabelecidas para a BIA, também foram seguidos os cuidados pré-teste sugeridos por Heyward<sup>(21)</sup>.

#### *Protocolo incremental de laboratório*

No período pré e pós intervenção foi realizado um teste incremental submáximo para determinar as cargas dos ergômetros. O teste incremental foi proposto por Armstrong et al.<sup>(22)</sup>, realizado em cicloergômetro. O ergômetro utilizado foi com frenagem eletromagnética da marca ERGO-FIT®, modelo 167 CYCLE. A altura do banco e a posição do guidão adequaram-se ao tamanho do adolescente. A carga inicial do teste foi de 30 watts (estágio 1), com incrementos de 30 watts a cada três minutos (estágios subsequentes). Durante todo o teste, o adolescente deveria manter a cadência de 60 rotações por minuto (RPM). O teste foi interrompido no momento em que o sujeito não conseguiu manter tal cadência durante o estágio ou atingiu 85% da FC máxima determinada previamente ( $FC_{max} = 208 - 0,7 \times idade$ )<sup>(23)</sup>.

#### *Determinação do LL e do OBLA*

Em repouso e ao final de cada estágio do teste incremental, foram coletados 25 µl de sangue arterializado, do lóbulo da orelha, sem hiperemia, para determinar a concentração de lactato. O sangue foi, imediatamente, transferido para microtúbulos de polietileno com tampa - tipo Eppendorff - de 1,5 µl, contendo 50 ml de solução de Fluoreto de Sódio a 1%. As amostras foram analisadas, imediatamente, após a coleta por meio de um analisador eletroquímico (YSI STAT® 2700, Yellow Springs, Ohio, USA).

O LL, momento no qual ocorreu o primeiro e sustentado aumento da concentração de lactato acima das concentrações de repouso<sup>(12)</sup>, foi considerado como uma das intensidades do treinamento. A outra intensidade foi referente ao OBLA. O OBLA foi verificado por intermédio da interpolação linear, adotando-se a concentração fixa de lactato de 3,5mmol<sup>(24)</sup>.



### *Determinação da FC*

A FC foi aferida durante todo o teste incremental por meio de um frequencímetro da marca Polar<sup>®</sup>, modelo s610i. Foram analisadas a FC referente ao LL, OBLA e a FC de pico dos adolescentes.

### *Programa de intervenção*

O programa de treinamento teve duração de 12 semanas consecutivas e ininterruptas, sendo o GE submetido a um programa de exercício físico em cicloergômetro da marca Moviment<sup>®</sup>, modelo Biocycle 2600 Eletromagnética, e o GC não realizando nenhuma intervenção.

Nas segundas e sextas-feiras, a duração do exercício foi de 40 minutos contínuos, com intensidade do treinamento referente à carga em watts do LL. Nas quartas-feiras, o treinamento foi conduzido na intensidade referente a OBLA, com duração de 30 minutos, sendo este período dividido em 6 séries, de 5 minutos contínuos, com 1 minuto de intervalo entre as séries. Antes do início do treinamento, realizou-se uma semana com 3 sessões abaixo da carga do LL para adaptação ao exercício em cicloergômetro. A cada duas semanas foi realizado um incremento de 10% nas cargas individuais de cada adolescente.

### *Tratamento estatístico*

Inicialmente, foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis com distribuição normal foram: estatura, %G, MLG, LL, OBLA, Lac<sub>pico</sub>, FC referentes ao LL, OBLA e de pico. As variáveis com distribuição não normal (MC, IMC, MLG) foram transformadas por meio da função logarítmica e verificadas, novamente, quanto à distribuição dos dados. A partir da transformação, todas as variáveis apresentaram distribuição normal. O teste “t” de *Student* para amostras independentes foi utilizado para comparar os grupos quanto às variáveis antropométricas, FC<sub>máx</sub> e deltas percentuais das respostas de lactato e FC. Foi verificada a interação entre os grupos (GE e GC) e o período de intervenção (Pré e Pós) para as variáveis de resposta de lactato e FC, empregando, desta forma, a análise de variância (ANOVA) *two way*. Em todas as análises, adotou-se um nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS

Na tabela 1, estão apresentadas as características antropométricas, composição corporal e  $FC_{m\acute{a}x}$  estimada dos adolescentes de ambos os grupos. Não houve diferenças significativas entre os grupos.

### TABELA 1

Na tabela 2, verificam-se os valores referentes às cargas alcançadas nos LL, OBLA e as concentrações do  $Lac_{pico}$  no período pré e pós intervenção. Pode-se verificar que após o período de intervenção, houve um aumento nas cargas referentes ao LL (33,3%) e OBLA (14,2%) no GE ( $p<0,05$ ). Foi verificado que o GE apresentou valores de cargas referentes ao LL superiores ao GC no período pós intervenção ( $p<0,05$ ).

### TABELA 2

Na tabela 3, verificam-se os valores da FC para o período pré e pós treinamento do GE e do GC, durante o teste submáximo. Pode-se observar que após o período de intervenção, os adolescentes do GE atingiram o LL com uma FC superior (5,8%) ao período inicial e ao GC ( $p<0,05$ ).

### TABELA 3

A figura 1 representa os valores médios de lactato dos adolescentes de ambos os grupos em cada estágio do teste incremental. Pode-se observar que as concentrações plasmáticas de lactato no GE, durante o teste, no período pós-intervenção, foram inferiores, comparado ao mesmo período do GC para as cargas de 60 e 90 watts ( $p<0,05$ ).

### FIGURA 1

A figura 2 representa os valores médios de FC de ambos os grupos, em cada estágio do teste incremental. Pode-se observar que a FC dos adolescentes do GE, no período pós-intervenção, tende a ser inferior em comparação ao período pré-intervenção e ao GC, apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas.

### FIGURA 2

## DISCUSSÃO

O presente estudo verificou o efeito de um programa de exercício físico aeróbio nas respostas de lactato sanguíneo e FC de adolescentes com excesso de peso. O principal achado foi que o exercício prescrito nas intensidades do LL e OBLA determinou alterações significativas na capacidade aeróbia e metabólica destes jovens.

Também, pode ser destacado que não foi encontrada nenhuma pesquisa na literatura que tenha investigado os efeitos fisiológicos de um programa de exercício, com características similares ao do presente estudo, para adolescentes com excesso de peso. Desta forma, sugere-se que os resultados encontrados possam servir de referência para futuros programas de exercício físico para adolescentes, com objetivos de controle da massa corporal e aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória.

Em linhas gerais, o excesso de gordura corporal está associado com a diminuição no desempenho durante o exercício<sup>(25)</sup>. Norman et al.<sup>(25)</sup> submeteram dois grupos de adolescentes a um teste máximo de capacidade aeróbia em cicloergômetro. O grupo de jovens com excesso de gordura corporal atingiu primeiro a exaustão com um menor percentual de  $FC_{max}$  e apresentou um maior consumo de oxigênio durante o período de aquecimento, comparado aos adolescentes de peso normal.

A causa desta intolerância ao exercício foi estudada por Maffei et al.<sup>(26)</sup> ao submeterem adolescentes obesos e não obesos a um teste de capacidade aeróbia submáximo. Os autores encontraram que obesos apresentaram um maior gasto energético absoluto durante todo o período do exercício que seus pares não obesos. A conclusão dos pesquisadores foi que esta intolerância ao exercício está associada a uma maior demanda metabólica durante a atividade, pois pessoas com excesso de gordura têm que mover uma maior quantidade de massa corporal durante o exercício.

A intensidade do exercício prescrita no presente estudo baseou-se no modelo apresentado por Gaesser e Poole<sup>(27)</sup> que propuseram três domínios para intensidade do esforço: moderado, pesado e severo. O domínio moderado corresponde às intensidades realizadas sem a modificação do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso, ou seja, abaixo LL. A duração do exercício neste domínio é dependente da depleção de substratos, desequilíbrio hídrico, eletrolítico e desajustes nos mecanismos de termorregulação<sup>(11)</sup>.

O domínio pesado tem início a partir da menor intensidade de esforço na qual o lactato se eleva, LL, e tem como limite superior, a intensidade correspondente a MLSS ou OBLA. No domínio severo, não há estabilidade das variáveis metabólicas e o lactato se eleva até a exaustão<sup>(27)</sup>.

Após três meses de treinamento desenvolvido no limite inferior e superior do domínio pesado, os adolescentes do GE apresentaram o aprimoramento da capacidade aeróbia. O LL e o OBLA foram atingidos em cargas superiores às do período pré-treinamento. Este resultado não foi verificado no GC que apresentou um desempenho semelhante nos períodos pré e pós-treinamento. Os resultados desta intervenção se assemelham a outras desenvolvidas na intensidade do LL e OBLA, com mulheres sedentárias obesas<sup>(15)</sup>, com jovens de 18 a 24 anos de peso normal<sup>(14)</sup> e com gêmeos monozigóticos<sup>(5)</sup>. Embora não tenha na literatura intervenções com adolescentes que apresentam excesso de peso, verifica-se que um programa de exercícios prescrito nas intensidades do domínio pesado provoca alterações significativas na capacidade aeróbia, seja de adolescentes ou de adultos.

A melhora na capacidade aeróbia verificada no GE pode estar relacionada a alguns mecanismos que controlam o metabolismo do lactato durante o exercício, como as adaptações no músculo esquelético decorrentes do treinamento, que determinam o aumento da taxa de remoção do lactato, durante o exercício e por consequência, uma diminuição da sua concentração sanguínea para a mesma intensidade de esforço, aprimorando o desempenho<sup>(28)</sup>. Este aumento na capacidade de oxidação do lactato, decorrente do exercício, acarreta um desvio à direita, na curva de lactato vs intensidade, como observado na figura 1, para o GE no período pós- treinamento.

Outro mecanismo que pode ter influenciado no aumento da capacidade aeróbia dos adolescentes do GE pode estar relacionado ao sistema de controle dos íons hidrogênio ( $H^+$ ) e possíveis aumentos nos transportadores de monocarboxilato (MCTs) durante o exercício.

No exercício físico com a intensidade correspondente ao domínio fisiológico pesado e severo, ocorre uma elevada produção de ácido láctico, e em indivíduos que não estão treinados, o sistema de tamponamento ácido-básico é limitado, o que provoca uma diminuição no pH dos líquidos corporais, resultando em acidose e intolerância ao exercício<sup>(5,11)</sup>.

Desta forma, a remoção dos íons  $H^+$  e do lactato é realizada no organismo pela mediação das proteínas MCTs, especificamente, MCT1

e MCT4 que têm concentrações aumentadas após o treinamento físico<sup>(29)</sup>. Pilegaard et al.<sup>(29)</sup> examinaram o efeito de oito semanas de treinamento de alta intensidade nos MCTs. As concentrações de MCT1 e MCT4 mostraram-se duas vezes mais elevadas no segmento treinado, em comparação ao não treinado, ao passo que a taxa de transporte do lactato e íons  $H^+$  foi 12% maior no segmento treinado.

Tais resultados sugerem que o treinamento de alta intensidade pode aprimorar a capacidade de transporte de lactato e íons  $H^+$  na musculatura esquelética, aumentando a tolerância ao exercício.

Além disso, outro mecanismo que pode explicar, em parte, se o aprimoramento da capacidade aeróbia está associado a maior disponibilidade de substratos energéticos na forma de ácidos graxos livres (AGL)<sup>(11)</sup>.

Assim sendo, o treinamento realizado em intensidade elevada determina uma maior oxidação de gorduras como substrato energético, principalmente, em função do aumento da concentração de triglicerídeos intramusculares e da atividade enzimática do aeróbio, proporcionando uma maior tolerância ao exercício<sup>(15)</sup>.

A FC é controlada, primariamente, pelo sistema nervoso autônomo, simpático e parassimpático, sendo considerada uma variável de avaliação da condição de saúde das pessoas<sup>(30)</sup>. Alguns estudos indicaram que pessoas com excesso de peso tem diminuição da  $FC_{max}$  e da FC de reserva, decorrente de alterações hormonais e morfológicas do ventrículo esquerdo<sup>(31)</sup>, o que pode resultar em complicações à saúde, como doenças cardiovasculares na vida adulta. Neste sentido, programas de exercício físico são recomendados para pessoas com excesso de peso os quais atuam na diminuição do risco de futuros eventos cardiovasculares<sup>(30,31)</sup>.

O GE atingiu o limite inferior do domínio pesado de intensidade do exercício a 63,2% e 68% da  $FC_{max}$ , respectivamente, para o período pré e pós- treinamento. O GC teve uma queda nesses valores correspondente à  $FC_{max}$ , de 65,8%, no período pré-treinamento, para 59,9% após três meses. Estes resultados demonstram que o programa de treinamento foi eficiente para provocar melhoras metabólicas na FC dos adolescentes do GE, o que refletiu em maior tolerância ao exercício. Resultados semelhantes de melhora da FC e de tolerância ao exercício também foram evidenciados em adultos que tiveram o exercício prescrito no LL<sup>(15)</sup>.

Adolescentes de ambos os grupos atingiram o OBLA, aproximadamente, a 85% da  $FC_{max}$ . Estes valores de FC corresponderam a uma carga, em watts, no cicloergômetro, de 126,2 ( $\pm 19,2$ ) e 104,6 ( $\pm$

32,8) para o GE e GC, respectivamente. Os resultados do presente estudo estão em conformidade com a literatura, a qual reporta que, para pessoas não-atletas, o OBLA é atingido, aproximadamente, a 85% da  $FC_{max}^{(8)}$ .

O presente estudo apresenta algumas limitações, dentre as quais destacam-se: número reduzido de sujeitos que completaram as 12 semanas e a dificuldade no recrutamento dos adolescentes e do cumprimento dos critérios estabelecidos para análise final. Em contrapartida, esta investigação adiciona à literatura informações relevantes sobre uma intervenção de exercício físico para adolescentes que apresentam excesso de peso, com prescrição de exercício de intensidade elevada que provocou melhoras cardiorrespiratórias e metabólicas.

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, conclui-se que o programa destinado aos adolescentes com excesso de peso, prescritos com indicadores referentes à resposta de lactato sanguíneo durante o exercício, provocou o aprimoramento na capacidade aeróbia, aumentando a tolerância ao exercício nos adolescentes que participaram do treinamento. Estes achados podem, supostamente, diminuir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares na vida adulta. Deste modo, recomenda-se que exercícios com as intensidades prescritas, no atual estudo, sejam aplicadas por profissionais de saúde e medicina do esporte que trabalham com esta população.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization - WHO. Global strategy on diet, physical activity and health. Geneva, 2004.
2. International Obesity Task Force - IOTF. Preventing childhood obesity. British Medical Association. Board of Science, 2005.
3. Bidlle S, Sallis J, Cavill N (eds.). Young and active? London: Health Education Authority, 1998.
4. Leite N, Milano GE, Cieslak F, Lopes WA, Rodacki A, Radominski RB. Effects of physical exercise and nutritional guidance on metabolic syndrome in obese adolescents. *Rev Bras Fisioter* 2009;13:73-81.
5. Danis A, Kyriazis Y, Klissouras V. The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:309-18.
6. Fernandez AC, Mello MT, Tufik S, Castro PM, Fisberg M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:152-158.
7. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve  $VO_2$ max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:665-71.
8. Grossl T, Guglielmo LGA, Silva JF, Vieira G. Respostas cardiorrespiratórias e metabólicas na aula de ciclismo indoor. *Motriz* 2009;15:330-339.
9. McLellan TM, Gass GC. Metabolic and cardiorespiratory responses relative to the anaerobic threshold. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:191-8.

10. Ivarsson M, Anderson M, Akerstedt T, Lindblad F. Playing a violent television game affects heart rate variability. *Acta paediatr* 2009;98:166-172.
11. Caputo F, Oliveira MFM, Greco CC, Denadai BS. Exercício aeróbio: aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2009;11:94-102.
12. Yoshida T, Chida M, Ichioka M, Suda Y. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *Eur J Appl Physiol* 1987;56:7-11.
13. Beneke R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:95-99.
14. Tanaka K, Nakadomo F, Kitao H, Watanabe H, Sumida S. Physiologic status at 1-year follow-up of obese women engaged in a supervised conditioning program. *Ann Physiol Anthropol* 1991;10:133-145.
15. Kim HS, Tanaka K, Maeda K. Effects of exercise training at an intensity relative to lactate threshold in mildly obese women. *Ann Physiol Anthropol* 1991;10:229-236.
16. Machado FA, Guglielmo LGA, Greco CC, Denadai BS. Efeitos do modo de exercício no pico do consumo de oxigênio e resposta do lactato sanguíneo em meninos de 11-12 anos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 8:11-15.
17. Silva DAS, Petroski EL, Pelegrini A. Da evidência à intervenção: Programa de exercício físico para adolescentes com excesso de peso em Florianópolis, SC. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2009;14:139-146.
18. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320:1240-1243.



19. Petroski EL editor. Antropometria: Técnicas e padronizações. 3ª ed. Blumenal: Nova Letra, 2007.
20. Gore C, Norton K, Olds T, Whittingham N, Birchall K, Clough M, et al. Certificação em antropometria: um modelo Australiano. In: Norton K, Olds T editors. Antropométrica. Porto Alegre: Artmed, 2005;375-388.
21. Heyward VH. Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. *Int J Sport Nutr* 1998;8:285-307.
22. Armstrong N, Williams J, Balding J, Gentle P, Kirby B. The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *Eur J Appl Physiol* 1991;62:369-375.
23. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:153-156.
24. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Holmann, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Intl J Sports Sci* 1985;6:117-130.
25. Norman AC, Drinkard B, McDuffie JR, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*. 2005;115:e690-e696.
26. Maffei C, Schena F, Zaffanello M, Zocante L, Schutz Y, Pinelli L. Maximal aerobic power during running and cycling in obese and nonobese children. *Acta Paediatr* 1994;83:113-116.
27. Gaesser GA, Poole DC. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exerc Sport Sci Rev* 1996;24:35-71.
28. Donovan CM, Brooks GA. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *Am J Physiol* 1983;244(1):E83-92.

29. Pilegaard H, Domino K, Noland T, Juel C, Hellsten Y, Halestrap AP, et al. Effect of high-intensity exercise training on lactate/H<sup>+</sup> transport capacity in human skeletal muscle. *Am J Physiol* 1999;276:E255-E261.

30. Almeida MB, Araújo CGS. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9(2):113-120.

31. Peterson LR, Herrero P, Schechtman KB, Racette SB, Waggoner AD, Kisrieva-Ware Z, et al. Effect of obesity and insulin resistance on myocardial substrate metabolism and efficiency in young women. *Circulation* 2004;109:2191–2196.

Tabela 1. Características antropométricas, composição corporal e  $FC_{\text{máx}}$  dos adolescentes. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

	MC (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	%G	MLG (kg)	$FC_{\text{máx}}$ (bpm)
	$\bar{X}$ (DP)	$\bar{X}$ (DP)	$\bar{X}$ (DP)	$\bar{X}$ (DP)	$\bar{X}$ (DP)	$\bar{X}$ (DP)
GE	79,4 (14,9)	1,61 (0,1)	30,6 (5,2)	28,8 (5,4)	56,2 (7,0)	197,6 (1,4)
GC	71,3 (7,9)	1,65 (0,1)	26,0 (0,9)	22,8 (5,4)	55,0 (7,5)	198,1 (1,3)

$\bar{X}$  - média; DP - desvio padrão; GE - grupo experimental; GC - grupo controle; MC - massa corporal; IMC - índice de massa corporal; %G - percentual de gordura; MLG - massa livre de gordura;  $FC_{\text{máx}}$  - frequência cardíaca máxima.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão das cargas do GE e do GC referentes ao LL e OBLA e das concentrações de  $\text{Lac}_{\text{pico}}$  pré e pós-treinamento. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

	Intervenção		$\Delta\%$
	Pré $\bar{X}$ (DP)	Pós $\bar{X}$ (DP)	
LL (w)			
GE	56,7 (10,0)	73,3 (15,8)*	33,3 (35,4) <sup>†</sup>
GC	48,0 (16,4)	36,0 (13,4) <sup>†</sup>	-20,0 (27,4)
OBLA (w)			
GE	111,3 (13,4)	126,2 (19,2)*	14,2 (17,5)
GC	95,2 (16,2)	104,6 (32,8)	8,3 (18,2)
$\text{Lac}_{\text{pico}}$ (mM)			
GE	7,2 (2,4)	7,7 (2,3)	13,3 (39,3)
GC	6,6 (1,4)	6,0 (1,4)	-8,0 (9,8)

$\bar{X}$  - média; DP - desvio padrão; GE - grupo experimental; GC - grupo controle; LL - limiar de lactato; OBLA - *onset of blood lactate accumulation*; Lac - lactato;

\* Comparação intra-grupo (pré x pós).

<sup>†</sup> Comparação intergrupos.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da FC referentes ao LL, OBLA e FC<sub>pico</sub> do GE e do GC. Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

	Intervenção		Δ%
	Pré $\bar{X}$ (DP)	Pós $\bar{X}$ (DP)	
FC LL (bpm)			
GE	127,8 (8,3)	135,1 (10,2)* <sup>†</sup>	5,8 (6,6) <sup>†</sup>
GC	130,4 (10,2)	118,8 (14,0)	-8,1 (16,4)
FC OBLA (bpm)			
GE	167,9 (9,1)	165,4 (8,5)	-1,4 (3,8)
GC	165,6 (4,6)	169,6 (5,9)	2,5 (4,6)
FC <sub>pico</sub> (bpm)			
GE	190,0 (8,7)	188,4 (6,5)	-0,8 (2,5)
GC	190,2 (9,6)	185,4 (9,7)	-2,5 (3,9)

$\bar{X}$  - média; DP - desvio padrão; GE - grupo experimental; GC - grupo controle; FC - frequência cardíaca; LL - limiar de lactato; OBLA - *onset of blood lactate accumulation*.

\* Comparação intra-grupo (pré x pós).

<sup>†</sup> Comparação intergrupos.

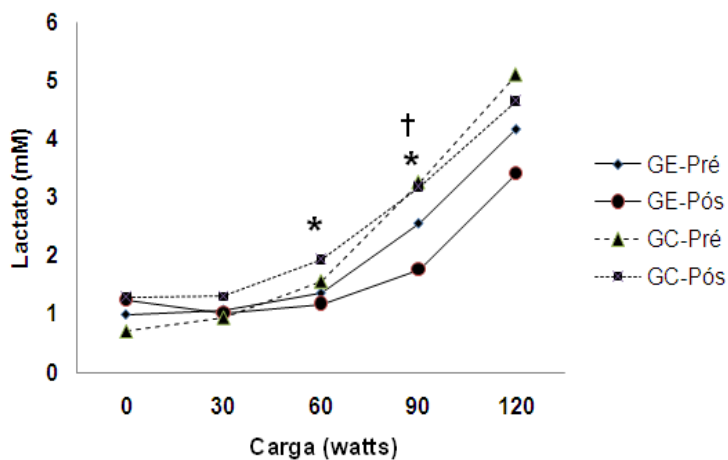


Figura 1. Comportamento do lactato sanguíneo durante o teste incremental. Florianópolis, Santa Catarina, 2008. GE – grupo experimental; GC – grupo controle; Pré – período antes da intervenção; Pós – período após a intervenção. \*  $p < 0,05$  – GE-Pós x GC-Pós. †  $p < 0,05$  – GE-Pós x GC-Pré.

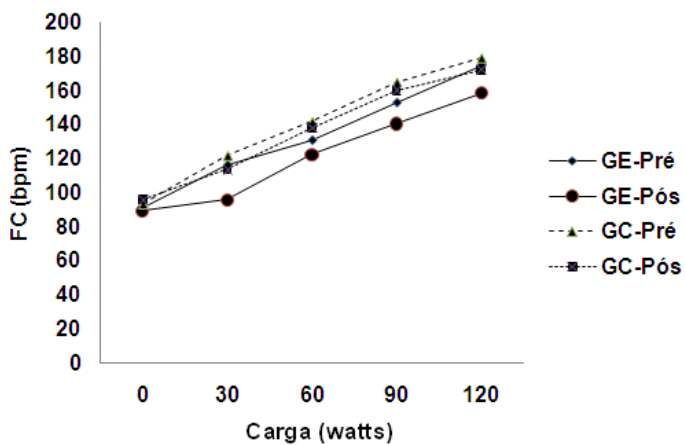


Figura 2. Comportamento da frequência cardíaca durante o teste incremental.

GE – grupo experimental; GC – grupo controle; Pré – período antes da intervenção; Pós – período após a intervenção.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante da pesquisa realizada com adolescentes que apresentam excesso de peso, pode-se concluir que o programa de exercício físico aeróbio, em cicloergômetro, prescrito nas intensidades referentes ao LL e OBLA, promoveu alterações positivas na composição corporal (DCT, %G, MG e MLG), perfil lipídico (HDL-c) e capacidade aeróbia.

A partir dos achados do presente estudo, recomendam-se que profissionais de Educação Física e Medicina do Esporte apliquem o exercício físico como medidas de intervenção para prevenção e tratamento do excesso de peso e de fatores de risco cardiovasculares, os quais devem respeitar os princípios da fisiologia do exercício e serem prescritos a partir de índices padrão ouro, como as respostas de lactato sanguíneo.

Além disso, exercícios em intensidades mais elevadas, como no domínio fisiológico pesado, são sugeridos por mostrarem-se mais eficientes no aprimoramento do condicionamento aeróbio, redução de gordura corporal e diminuição do risco de doenças cardiovasculares em adolescentes com excesso de peso.

Desta forma, ao integrar uma equipe multidisciplinar para prevenção e tratamento do sobrepeso e obesidade, o profissional de Educação Física e Medicina do Esporte têm à sua disposição ferramentas úteis para intervir com uma das estratégias fundamentais contra o excesso de peso, o exercício físico.



**ANEXOS**

## ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFSC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS  
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 369/07

### I – Identificação:

- Título do Projeto: **Efeitos do exercício físico em adolescentes com síndrome metabólica**
- Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Edio Luiz Petroski
- Pesquisador Principal: Andréia Pelegrini
- Data Coleta dados: Início: Março/2008 Término previsto: Junho/2008
- Local onde a pesquisa será conduzida: Hospital, Comunidade e Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Desportes

### II - Objetivos:

O objetivo do presente trabalho será analisar os efeitos do exercício físico na redução dos componentes da síndrome metabólica em adolescentes.

### III- Comentário.

Trata-se de projeto devidamente documentado. O tema é relevante. Conforme o projeto, há um aumento significativo de pessoas obesas. A denominada síndrome metabólica caracteriza-se por três fatores de risco: obesidade abdominal, hipertensão arterial e diabetes tipo II. Há um plano para obtenção do consentimento livre e esclarecido bem elaborado.

### IV – Parecer final:

Ante o exposto, somos pela aprovação do projeto em análise.

### APROVADO

Data da reunião: 17 de dezembro de 2007.

**Prof. Washington Portela de Souza**  
Coordenador em Exercício da Comissão  
de Ética em Pesquisa - PRPe/UFSC.

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

## ANEXO 2 – RECORDATÓRIO DE BOUCHARD et al., (1983)

Categoria da Atividade	Atividade
1	Repouso na cama: horas de sono
2	Posição sentada: refeições, assistir TV, trabalho intelectual sentado
3	Posição em pé suave: higiene pessoal, trabalhos domésticos leves sem deslocamento
4	Caminhada leve (< 4 km/h): trabalhos domésticos com deslocamentos, dirigir carros
5	Trabalho Manual Suave: trabalhos domésticos como limpar chão, lavar carro, jardinagem.
6	Atividades de Lazer e Prática de Esportes Recreativos: voleibol, ciclismo passeio, caminhar de 4 a 6 km/h.
7	Trabalho Manual em Ritmo Moderado: trabalho braçal, carpintaria, pedreiro, pintor
8	Atividades de Lazer e prática de esportes de alta intensidade: futebol, dança, aeróbica, natação, tênis, caminhar > 6 km/h
9	Trabalho Manual intenso, prática de esportes competitivos: carregar cargas elevadas, atletas profissionais

Dia da semana MAIS ativo					Dia da semana MENOS ativo				Domingo				
()Seg ()Ter ()Qua ()Qui ()Sex					()Seg ()Ter ()Qua ()Qui ()Sex								
0-15	16-30	31-45	46-60	/	0-15	16-30	31-45	46-60	/	0-15	16-30	31-45	46-60
0				0					0				
1				1					1				
2				2					2				
3				3					3				
4				4					4				
5				5					5				
6				6					6				
7				7					7				
8				8					8				
9				9					9				
10				10					10				
11				11					11				
12				12					12				
13				13					13				
14				14					14				
15				15					15				
16				16					16				
17				17					17				
18				18					18				
19				19					19				
20				20					20				
21				21					21				
22				22					22				
23				23					23				

Escore					Escore					Escore				
1= ( )	2= ( )	3= ( )	4= ( )	5= ( )	1= ( )	2= ( )	3= ( )	4= ( )	5= ( )	1= ( )	2= ( )	3= ( )	4= ( )	5= ( )
6= ( )	7= ( )	8= ( )	9= ( )		6= ( )	7= ( )	8= ( )	9= ( )		6= ( )	7= ( )	8= ( )	9= ( )	

## APÊNDICES

## APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### Senhores pais ou responsáveis:

Estamos realizando uma pesquisa intitulada “Efeitos do exercício físico em adolescentes com síndrome metabólica”, tendo como objetivo principal analisar os efeitos do exercício físico na redução dos componentes da síndrome metabólica [fatores de risco (níveis elevados de colesterol total, triglicérides, baixos níveis de HDL-colesterol, e glicemia de jejum) associado à obesidade abdominal].

Neste sentido, solicito a sua colaboração de forma a permitir que seu filho (a) participe deste estudo, no qual constará da realização das seguintes medidas:

- Variáveis antropométricas: massa corporal, estatura, perímetro da cintura e composição corporal;
- Questionários: imagem corporal, inquérito alimentar, maturação sexual, nível de atividade física;
- Variáveis bioquímicas: colesterol total, triglicérides, HDL-colesterol e glicemia de jejum.

A coleta de sangue será realizada por um profissional habilitado e responsável da área de bioquímica, no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário, seguindo todas as recomendações da Vigilância Sanitária, sendo todas as precauções providenciadas para minimizar os riscos de contaminação com respaldo das ações da Vigilância Sanitária e os cuidados assegurados pela ética em pesquisa com seres humanos. O adolescente deverá estar em jejum de, aproximadamente, 10 a 12 horas. Após a aferição dessas variáveis, os adolescentes serão submetidos a 12 semanas de exercício físico, com início em agosto de 2008 e término em outubro de 2008.


Vale salientar que a probabilidade do adolescente sofrer algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo é mínima. Ainda, a participação não oferece nenhum risco a integridade física, mental ou moral. O participante que esteja a tempo sem praticar exercícios físicos pode sentir algum desconforto, como dor muscular temporária, após a realização dos testes físicos e do início do tratamento.

Faz-se necessário esclarecer que será mantido o sigilo e a privacidade de identidade dos adolescentes, bem como de seus pais e/ou responsáveis, mediante a assinatura do presente Termo (abaixo), sendo utilizados somente para o desenvolvimento desta pesquisa e sua publicação. Ressaltamos que o adolescente terá a liberdade de se recusar a participar da pesquisa ou retirar seu Consentimento, sem qualquer tipo de penalização, a qualquer momento do estudo.

Todas as dúvidas, esclarecimentos, desistência ou retirada dos dados podem ser obtidos pelo e-mail: [a.pelegrini@vahoo.com.br](mailto:a.pelegrini@vahoo.com.br) ou pelo telefone (48) 3721 8562.

Agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e colocamo-nos à sua disposição.

Cordialmente,

  
Edio Luiz Petroski  
Pesquisador responsável

  
Andreia Pelegrini  
Pesquisadora principal

### TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Autorizo meu filho (a) ..... a participar da pesquisa “Efeitos do exercício físico em adolescentes com síndrome metabólica”, e concordo que os dados coletados sejam utilizados na realização da mesma.

Florianópolis, Julho de 2008

Assinatura dos pais e/ou responsáveis

Assinatura do adolescente

## APÊNDICE 2 - PROFORMA DE AVALIAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



### PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA ADOLESCENTES OBESOS

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo ( ) M ( ) F  
Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Data da avaliação: \_\_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_\_

#### Avaliação Antropométrica

Massa corporal: \_\_\_\_\_ (kg) Perímetro da cintura: \_\_\_\_\_ (cm)  
Estatura: \_\_\_\_\_ (m) Perímetro do abdômen: \_\_\_\_\_ (cm)  
IMC: \_\_\_\_\_ (kg/m<sup>2</sup>) Perímetro do quadril: \_\_\_\_\_ (cm)  
Dobra cutânea Tripital: \_\_\_\_\_ (mm)

#### Bioimpedância elétrica

%G: \_\_\_\_\_

#### Perfil Lipídico

Colesterol total: \_\_\_\_\_ LDL-C: \_\_\_\_\_  
Triglicerídeos: \_\_\_\_\_ Glicose: \_\_\_\_\_  
HDL-C: \_\_\_\_\_

#### Teste Incremental

FC repouso: \_\_\_\_\_ Guidão: \_\_\_\_\_ Banco: \_\_\_\_\_

Estágio	Watts	FC	Lactato	Glicemia
1	30			
2	60			
3	90			
4	120			
5	150			
6	180			
7	210			

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)