

REGINA URASAKI KAWAMOTO

**EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO CONTÍNUO E
INTERMITENTE SOBRE O GASTO ENERGÉTICO: COMPARAÇÃO
ENTRE ADOLESCENTES OBESOS E EUTRÓFICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade São Judas Tadeu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Física – Linha de pesquisa Bases Biodinâmicas da Atividade Física.

SÃO PAULO

2007

REGINA URASAKI KAWAMOTO

**EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO CONTÍNUO E
INTERMITENTE SOBRE O GASTO ENERGÉTICO: COMPARAÇÃO
ENTRE ADOLESCENTES OBESOS E EUTRÓFICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade São Judas Tadeu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Física – Linha de pesquisa Bases Biodinâmicas da Atividade Física.

Professora Dr^a. Sandra Maria Lima Ribeiro

SÃO PAULO
2007

Kawamoto, Regina Urasaki

Efeitos do exercício físico agudo contínuo e intermitente sobre o gasto energético: comparação entre adolescentes obesos e eutróficos. - São Paulo, 2007.
133 f.: il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

Orientador: Prof^a. Dra. Sandra Maria Lima Ribeiro.

1. Obesidade. 2. Gasto energético. 3. Educação física para adolescentes. 4. Exercícios. I. Título

CDD- 796

Agradecimentos

Expresso meus agradecimentos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de mestrado concedida.

Sumário

Agradecimentos.....	iii
Lista de figuras.....	vi
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de abreviaturas e símbolos.....	viii
Resumo.....	x
Abstract.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa e hipótese.....	2
1.2 Objetivo geral.....	3
1.3 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Avaliação do estado nutricional.....	4
2.2 Avaliação do gasto energético.....	6
2.3 Avaliação da potência aeróbia.....	9
2.4 Obesidade: definições, dados epidemiológicos e relações com o estado nutricional.....	12
2.5 Estratégias de prevenção e tratamento da obesidade.....	17
2.6 Conceitos fundamentais sobre metabolismo energético no exercício.....	21
2.7 Exercício contínuo x intermitente.....	23
2.8 Consumo de oxigênio pós-exercício.....	25
3 MÉTODOS.....	29
3.1 Casuística.....	29
3.2 Critérios de inclusão.....	29
3.3 Critérios de exclusão.....	30
3.4 Procedimentos metodológicos.....	30
3.4.1 Avaliação inicial.....	32
3.4.2 Avaliações pré-experimentos.....	33
3.4.3 Experimentos.....	40
3.4.3.1 Análises anteriores aos experimentos.....	41
3.4.3.2 Fornecimento de carboidratos antes dos experimentos.....	43
3.4.3.3 Variáveis coletadas durante os experimentos.....	43
3.4.3.4 Variáveis coletadas após os experimentos.....	44
3.4.3.5 Descrição dos experimentos.....	45
3.4.3.6 Controle das condições experimentais.....	48
3.4.4 Aspectos éticos.....	49
3.4.5 Análise dos dados.....	49
4 RESULTADOS.....	50
4.1 Característica da amostra.....	50
4.1.1 Características de composição corporal e dados bioquímicos.....	50
4.1.2 Valores relativos ao consumo de oxigênio em repouso e ao teste de potência aeróbia.....	53
4.1.3 Variáveis analisadas na linha de base (LB) dos experimentos.....	56
4.2 Variáveis analisadas durante os experimentos.....	58
4.2.1 Variáveis de potência média, trocas gasosas e de gasto energético durante os experimentos.....	58

4.2.2 Variáveis de consumo de oxigênio (VO ₂), ventilação (VE) e quociente respiratório (QR) durante os experimentos.....	60
4.2.3 Variáveis hemodinâmicas e metabólicas durante os experimentos..	61
4.3 Variáveis analisadas após os experimentos.....	63
4.3.1 Variáveis de gasto energético após os experimentos.....	63
4.3.2 Variáveis de consumo de oxigênio (VO ₂), ventilação (VE) e quociente respiratório (QR) após os experimentos.....	66
4.3.3 Variáveis hemodinâmicas e metabólicas após os experimentos.....	69
5. DISCUSSÃO.....	80
5.1 Variáveis relativas ao estado nutricional, gasto energético em repouso e potência aeróbia.....	80
5.2 Respostas aos experimentos.....	85
5.2.1 Considerações sobre o exercício contínuo.....	88
5.2.2 Considerações sobre o exercício intermitente.....	89
5.2.3 Considerações sobre o período de trinta minutos pós-exercício e situação controle.....	93
6. CONCLUSÕES.....	102
7. REFERÊNCIAS.....	104
8. ANEXOS.....	122

Lista de figuras

Figura 1. Linha temporal com a duração total do estudo com cada adolescente.....	30
Figura 2: Delineamento do estudo.....	31
Figura 3: Bioimpedância tetrapolar (Biodynamics® 450).....	35
Figura 4: Indivíduo durante a análise de trocas gasosas em repouso, o equipamento VO2000 (INBRASPORT®) e o software AEROGRAF®.....	36
Figura 5: Máscara de neoprene, tubo coletor de saliva, pneumotacógrafo e adaptador utilizados durante a análise de trocas gasosas.....	37
Figura 6: Cicloergômetro BIOTEC 2100 e o software ERGOMETRIC 6.0 (CEFISE®).....	38
Figura 7: Esfignomanômetro aneróide (Sanny®) e o freqüencímetro (POLAR®, modelo S810).....	39
Figura 8: Lactímetro ACCUTREND (Roche®), glicosímetro ADVANTAGE ACCU-CHEK (Roche®), lancetas descartáveis (Roche®) e lancetador SOFTCLIX PRO (Roche®).....	41
Figura 9: Adolescente momentos antes e durante a realização da análise de trocas gasosas na linha de base.....	42
Figura 10: Adolescente durante a coleta de sangue da ponta de dedo para análise de lactato e glicemia durante os experimentos.....	44
Figura 11: Adolescentes durante a análise de trocas gasosas e ausculta da pressão arterial após a realização dos experimentos.....	45
Figura 12: Adolescente durante a situação controle (sem a realização de exercício físico).....	46
Figura 13: Adolescente durante a realização de exercício físico contínuo	47
Figura 14: Adolescente durante a realização de exercício físico intermitente.....	48
Figura 15: Consumo de oxigênio ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) durante e após os experimentos.....	72
Figura 16: Consumo de oxigênio (L.min^{-1}) durante e após os experimentos.....	73
Figura 17: Ventilação minuto (L.min^{-1}) durante e após os experimentos...	74
Figura 18: Quociente respiratório (QR) durante e após os experimentos.	75
Figura 19: Lactato (mmol.L^{-1}) durante e após os experimentos.....	76
Figura 20: Glicemia (mg.dL^{-1}) durante e após os experimentos.....	77
Figura 21: Freqüência cardíaca (bpm) durante e após os experimentos..	78
Figura 22: Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) durante e após os experimentos.....	79

Lista de tabelas

Tabela 1- Variáveis antropométricas nos grupos estudados.....	50
Tabela 2 – Variáveis de composição corporal nos grupos estudados.....	51
Tabela 3 – Variáveis dos lipídeos plasmáticos nos grupos estudados.....	52
Tabela 4 – Variáveis hematológicas nos grupos estudados.....	53
Tabela 5 – Variáveis analisadas durante o teste de potência aeróbia.....	55
Tabela 6 – Variáveis metabólicas, hemodinâmicas e de trocas gasosas na linha de base (LB).....	57
Tabela 7 – Variáveis de trocas gasosas e de gasto energético durante os experimentos.....	59
Tabela 8 – Valores absolutos do gasto energético durante e após os experimentos	64
Tabela 9 – Valores relativos (kg massa corporal) do gasto energético durante e após os experimentos.....	65

Lista de abreviaturas e símbolos

ACSM	American College of Sports Medicine
[gli]	concentração de glicose
[lac]	concentração de lactato
AGL	ácidos graxos livres
AHA	American Heart Association
ANOVA	análise de variância
ATP	adenosina trifosfato
BE	balanço energético
BIA	bioimpedância elétrica
C	contínuo
CC	circunferência da cintura
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu
CP	creatina fosfato
CT	controle
EC	exercício contínuo
EI	exercício intermitente
ENDEF	Estudo Nacional sobre Despesas Familiares
EPOC	Excess Pos-Exercise Oxygen Consumption
EU	eutrófico
FC	frequência cardíaca
GE	gasto energético
GED	gasto energético diário
Hb	hemoglobina
HDL	lipoproteínas de alta densidade
I	intermitente
IMC	índice de massa corporal
Kcal	quilocaloria
Kp	kilopound
LB	linha de base
LDL	lipoproteínas de baixa densidade
MC	massa corporal
MGC	massa gorda corporal
OB	obeso
P	percentil
PAD	pressão arterial diastólica
PAS	pressão arterial sistólica
PetCO ₂	pressão expirada de dióxido de carbono
PetO ₂	pressão expirada de oxigênio
PNSN	Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição
PPV	Pesquisa sobre Padrões de Vida
QR	quociente respiratório
rpm	rotações por minuto
SE	situação experimental
SPSS	Statistical Package for the Social Science
TAF	termogênese da atividade física

TCLE	termo de consentimento livre e esclarecido
TAG	triacilgliceróis
TID	termogênese induzida pela dieta
TMB	taxa metabólica basal
TMR	taxa metabólica de repouso
VCO ₂	produção de dióxido de carbono
VE	ventilação minuto
VLDL	lipoproteínas de muito baixa densidade
VO ₂	consumo de oxigênio
VO _{2máx}	consumo máximo de oxigênio
VO _{2pico}	consumo de oxigênio pico
WHO	World Health Organization

RESUMO

O presente estudo teve por objetivos comparar, no que diz respeito ao gasto energético (GE), exercício físico contínuo (EC) e intermitente (EI), de maneira a contribuir na escolha de estratégias para a prevenção ou para o tratamento da obesidade em adolescentes. Adolescentes eutróficos ($16,8 \pm 1,1$ anos) e obesos ($15,5 \pm 0,8$ anos) foram submetidos à dois métodos de exercício físico, de forma aguda. Foram avaliados: consumo de oxigênio (VO_2), produção de gás carbônico (VCO_2), quociente respiratório (QR), lactato e glicose sanguíneos. Esses valores foram avaliados na linha de base, durante e após os exercícios. O EC e EI foram realizados na intensidade dos limiares 1 e 2, respectivamente. Para caracterização dos grupos, os adolescentes foram comparados quanto à composição corporal (bioimpedância), medidas antropométricas (IMC e circunferência da cintura), quanto aos lipídeos plasmáticos (colesterol total e frações, triacilgliceróis) e dados hematológicos (hemograma). As variáveis foram comparadas por teste t-student independente, análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas e correlação de Pearson, adotando-se $p \leq 0,05$. Os principais resultados indicaram: obesos têm valores mais elevados de gordura corporal, CC e leucócitos; eutróficos apresentaram maior potência aeróbia. Em resposta ao exercício, o EC em relação ao EI promoveu maior GE de 8% e 24% no grupo EU e 24% e 24% no OB, em valores absolutos e relativos, respectivamente. Na comparação entre os grupos em valores relativos, o grupo EU apresentou maior GE durante o EC e EI em 18% e 32%, respectivamente. O grupo EU apresentou uma recuperação mais eficiente nos intervalos do EI. Conclui-se que o EC promoveu um maior GE absoluto e

relativo em relação ao EI, entretanto, o componente EPOC pode minimizar essa diferença. Desta forma, o EI pode ser considerado uma opção para diversificar as estratégias utilizadas em programas de prevenção ou tratamento da obesidade.

PALAVRAS CHAVE: gasto energético, exercício, adolescente, obesidade

ABSTRACT

This study aimed to compare, regarding to energetic expenditure (EE), continuous (CE) and intermittent exercise (IE) methods. From these results it will be possible to discuss strategies of body weight loss or maintenance. Eutrophic adolescents (EU-16,8 ± 1,1 years old) and obese ones (OB-15,5 ± 0,8 years old) were submitted to two bouts of both methods of exercise. They were evaluated: oxygen consumption (VO_2), carbon dioxide production (VCO_2), respiratory quotient (RQ), blood lactate and blood glucose. These values were evaluated at baseline, before and after the exercise bouts. CE and IE were performed at thresholds 1 and 2, respectively. To identify group differences, the adolescents were compared from body composition (bioelectric impedance), anthropometric variables (BMI and waist circumference), from serum lipids (total cholesterol and triacylglycerol and from hematologic variables. The variables were compared by independent student t-test, ANOVA for repeated measures and Pearson correlation, adopting p value $\leq 0,05$. The main results pointed that: obese had higher body fat, waist circumference and blood leukocytes; eutrophic ones had higher aerobic power. In response to exercise, CE means energetic expenditure 8% and 24% higher in EU, and 24% in OB, from absolute and relative values; - OB showed absolute energetic expenditure from CE 13% higher than EU, but in relative values, EU showed values 18% higher than OB. EU group presented higher EE in IE (5% absolute and 32% relative). EU presented more efficient recuperation from IE intervals. It can be concluded that CE leave to higher EE, but EPOC can minimize these difference. From these results, IE could be one of the options to prevent or treat obesity.

Key-words: energetic expenditure, exercise, adolescents, obesity.

1 INTRODUÇÃO

O acúmulo de tecido adiposo, com repercussões à saúde, pode ser definido como obesidade. A prevalência da obesidade tem atingido proporções epidêmicas, sendo considerada grave distúrbio nutricional em todo o mundo, independentemente da idade ou do nível sócio-econômico (WHO, 1998). Com relação aos adolescentes, nos anos imediatamente anteriores ao aparecimento da puberdade, há um aumento natural da massa gorda corporal, o que exige um controle do balanço energético (NAUMOVA et al., 2001).

Programas de exercícios físicos têm sido utilizados na tentativa de aumentar o gasto energético diário, com o objetivo de atuar na prevenção ou tratamento da obesidade. Nesses programas o exercício aeróbio realizado de forma contínua em intensidade moderada tem sido empregado com o objetivo de diminuir a massa gorda corporal, e o exercício intermitente na tentativa de obter um maior consumo de oxigênio, conseqüentemente um maior gasto energético às custas de uma maior intensidade (SABIA et al., 2004; MONTEIRO et al., 2004).

Apesar de o exercício intermitente não representar uma utilização significativa de lipídeos como principal substrato energético durante o esforço, ele pode estimular a oxidação de lipídeos durante a recuperação e após a realização do exercício, favorecendo a manutenção ou até mesmo a redução da massa corporal (TREMBLAY et al., 1994; DOUCET et al., 1999; DIONE et al., 2000).

Um aspecto que tem sido investigado com o objetivo de aumentar o gasto energético é a realização de exercícios que elevem o consumo de oxigênio não somente durante, mas também após a atividade, isto é, que geram como ajuste

momentâneo um excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (ou EPOC- Excess post-exercise oxygen consumption) (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Diante da ascensão da obesidade no Brasil e no mundo, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de oferecer suporte científico e estratégias de prevenção ou tratamento da obesidade em crianças e adolescentes. Dessa forma, o presente estudo foi elaborado com o propósito de comparar os efeitos do exercício físico agudo contínuo e intermitente sobre o gasto energético entre adolescentes obesos e eutróficos.

1.1 Justificativa e hipótese

Alguns estudos realizaram a comparação entre o treinamento físico (contínuo e intermitente) em adolescentes obesos e demonstraram que, o exercício intermitente foi mais eficiente na diminuição da massa corporal em relação ao exercício contínuo, e a explicação foi que, exercícios físicos realizados com intensidade maior promovem, como consequência, maior gasto energético (SABIA et al., 2004; FERNANDEZ et al., 2004).

Diante disso, as hipóteses testadas no presente trabalho foram:

- O gasto energético decorrente do exercício intermitente se apresenta aumentado em relação ao exercício contínuo devido a maior intensidade de execução e ao EPOC;
- Adolescentes obesos apresentam diferenças no comportamento das variáveis relacionadas ao gasto energético em resposta ao exercício físico agudo.

1.2 Objetivo geral

Comparar os efeitos do exercício físico agudo contínuo e intermitente sobre o gasto energético entre adolescentes obesos e eutróficos.

1.3 Objetivos específicos

Descrever, classificar e comparar:

- as características de composição corporal, potência aeróbia e variáveis de lipídeos plasmáticos e hematológicas entre os grupos;
- as variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca e pressão arterial), metabólicas (concentração sanguínea de lactato e glicose) e de gasto energético (consumo de oxigênio, quociente respiratório e ventilação) entre os três experimentos e os grupos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Avaliação do estado nutricional

A avaliação do estado nutricional tem por objetivo identificar desequilíbrios nutricionais, verificar o crescimento e as proporções corporais em um indivíduo ou comunidade visando a prevenção e sugerindo intervenções. Ela pode ser realizada por meio de avaliação clínica, medidas antropométricas, avaliação da composição corporal, investigação bioquímica e biofísica. A avaliação clínica é geralmente realizada por meio de anamnese e averiguação de sinais e sintomas relacionados à deficiências ou excessos nutricionais (RIBEIRO & TIRAPÉGUI, 1999; KAMIMURA et al., 2004).

As medidas antropométricas mais utilizadas na avaliação do estado nutricional são: a massa corporal, a estatura, as circunferências e as dobras cutâneas (EISENMANN et al., 2004). Vinculado às avaliações antropométricas, tem sido amplamente utilizada a avaliação da composição corporal, por diferentes métodos e técnicas. Numa tentativa de incorporar os novos avanços observados e de oferecer melhor compreensão aos seus princípios norteadores, a composição corporal tem sido analisada mediante modelos compostos por diferentes níveis de organização no domínio da biologia. Em cada nível, a soma de todos os constituintes é equivalente à massa corporal. Para a análise da composição corporal é possível utilizar técnicas e procedimentos de determinação direta, indireta e duplamente indireta (WANG et al., 1992; ELLIS, 2000).

Os procedimentos diretos são aqueles que o avaliador obtém informações dos diferentes tecidos do corpo mediante dissecação ou extração lipídica e esses procedimentos permitiram a validação de técnicas indiretas (BRODIE, 1988; CLARYS et al., 1987). Já os procedimentos duplamente indiretos utilizam técnicas indiretas para estimar as variáveis relacionadas à composição corporal. Dentro do universo de procedimentos indiretos e duplamente indiretos, os recursos utilizados são numerosos e complexos, pois vão desde medidas sofisticadas como a absorptometria até medidas antropométricas (ELLIS, 2000; HEYWARD, 1996).

As investigações bioquímica e biofísica são realizadas por meio de exames específicos e por comparações com parâmetros pré-estabelecidos. Mediante esas investigações, é possível determinar possíveis alterações nas concentrações de nutrientes ou metabólitos. As variáveis bioquímicas para a avaliação do estado nutricional são ferramentas de suma importância, dada a sensibilidade desses indicadores e a possibilidade de uma relação com a dinâmica do metabolismo (WHO, 1995; WHO 1996).

Como exemplo da relação entre indicadores bioquímicos e estado nutricional, o aumento da gordura corporal predispõe o indivíduo à elevação das concentrações plasmáticas de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triacilgliceróis (TG) e à diminuição de lipoproteínas de alta densidade (HDL) (ILYÉS et al., 1992). Ribeiro et al. (2005) constataram em seu estudo que crianças e adolescentes obesos apresentavam maior possibilidade de possuir alterações importantes nas variáveis de colesterol total e triacilgliceróis do que os eutróficos.

Um outro exemplo de indicadores bioquímicos do estado nutricional é a análise das variáveis relativas ao estado nutricional em ferro, como a hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), entre outros. Dentre as várias deficiências nutricionais, a anemia destaca-se por constituir um problema de saúde pública que geralmente decorre de uma inadequação do consumo alimentar. A adolescência constitui uma etapa de risco para o desenvolvimento da anemia ferropriva, uma vez que ocorre aumento da necessidade de ferro decorrente do crescimento e da maturação biológica (WHO, 2000).

A anemia ferropriva é definida como estado patológico, na qual a hemoglobina (Hb) encontra-se diminuída em relação aos valores normais (SZARFARC & SOUZA, 1997; WHO, 2000). Também é importante destacar a importância da hemoglobina no transporte de oxigênio, pois uma redução significativa no conteúdo de ferro das hemácias, reduz a capacidade do sangue carrear oxigênio e, portanto, reduz também a capacidade física do indivíduo (MCARDLE et al., 2003).

Diante do exposto, a análise das variáveis de composição corporal e bioquímicas pode fornecer informações importantes sobre o estado nutricional, o transporte de oxigênio e nutrientes, para a compreensão da dinâmica do metabolismo (RIBEIRO & TIRAPEGUI, 1999).

2.2 Avaliação do gasto energético

O gasto energético diário (GED) dos indivíduos compreende a taxa metabólica basal (TMB), a termogênese induzida pela dieta (TID) e a termogênese

resultante da atividade física, tanto a cotidiana como a sistematizada (TAF). É importante compreender as características de cada componente e os aspectos que podem interferir nessa avaliação, além de escolher um instrumento adequado para o objetivo determinado (SUEN et al., 1998; MELO et al., dados em publicação).

A TMB constitui a energia gasta pelo organismo para manter suas funções vitais. A maior parte do metabolismo basal é representada por atividades essenciais do sistema nervoso central, do coração, dos rins e de outros órgãos. Ela é mensurada normalmente durante o período de sono do indivíduo, entretanto, isso representa uma dificuldade metodológica. Para reproduzir a TMB, grande parte dos estudos realizam a medida por meio da taxa metabólica de repouso (TMR). Esta medida é realizada após jejum de doze horas, abstinência da prática de exercício físico intenso por 24 horas, com o indivíduo em repouso na posição decúbito dorsal, em ambiente com temperatura neutra, iluminação e ruídos controlados. A TMB (avaliada por meio da TMR) é considerada o maior componente do gasto energético diário, podendo representar entre 60 e 75% deste (WAHRLICH & ANJOS, 2001). As variações do metabolismo basal entre diferentes indivíduos estão relacionadas, principalmente, com as diferenças na quantidade de tecido muscular esquelético, a massa gorda corporal e o tamanho corpóreo. Fatores hormonais, patológicos ou ainda o sono e a desnutrição podem influenciar no metabolismo basal (RAVUSSIN et al., 1982; MELO et al., dados em publicação).

O gasto de energia acima do basal, provocado pela ingestão e absorção alimentar é denominado termogênese induzida pela dieta. Isto é atribuído à

energia gasta na absorção, transporte, digestão e aproveitamento dos nutrientes ingeridos. O efeito da termogênese varia de acordo com o substrato ingerido e o componente de maior variabilidade em termos de contribuição ao gasto energético é a termogênese induzida pela atividade física cotidiana e sistematizada (SUEN et al., 1998; CEDDIA, 2002; MELO et al., dados em publicação).

Desde o século XIX a mensuração do gasto energético diário é realizado por meio da determinação da quantidade de calor produzida pelo organismo, além do vapor de água liberado pela respiração e transpiração, pelo método denominado calorimetria direta. A medida é realizada em uma câmara por um período de 24 horas. Esse método é considerado como padrão ouro de medida do gasto energético, que mensura a liberação de calor real do organismo, porém poucos laboratórios no mundo possuem esse tipo de equipamento (AINSLIE et al., 2003). Ao contrário da calorimetria direta, o método indireto, é tecnicamente mais acessível, porém ainda restrito a populações específicas, devido seu elevado custo e a necessidade de equipamentos e profissionais especializados. A calorimetria indireta mensura o gasto energético por meio da análise do consumo de oxigênio, produção de gás carbônico e quociente respiratório. Com a utilização do quociente respiratório, é possível estimar as taxas de oxidação dos diferentes substratos energéticos. Os tipos mais comuns de calorimetria indireta são: circuito fechado e aberto (BOUCHARD, 2003; AINSLIE et al. 2003; MELO et al., dados em publicação).

Na calorimetria indireta de circuito fechado, o indivíduo é conectado a uma máscara na qual o oxigênio inspirado provém de um cilindro com a composição previamente determinada. O consumo de oxigênio é determinado por meio da

quantidade removida do sistema. Um outro tipo de calorímetro de circuito fechado é a câmara respiratória ou calorímetro de sala. Este tipo é similar à calorimetria direta, entretanto, a medida é realizada por meio da análise de trocas gasosas (AINSLIE et al. 2003; MELO et al., dados em publicação). Já a calorimetria indireta de circuito aberto é realizada por meio de uma máscara que é acoplada ao indivíduo, e mediante um transdutor é realizado a análise de trocas gasosas. O equipamento extrai e mede micro amostras da expiração e os dados metabólicos produzidos são enviados para o computador, em tempo real, via porta serial. A grande limitação deste método é a impossibilidade de medir o gasto energético de forma contínua por um período de 24 horas (AINSLIE et al. 2003; MELO et al., dados em publicação). Há outros métodos para determinação do gasto energético em indivíduos, mas não faz parte do escopo do presente estudo.

2.3 Avaliação da potência aeróbia

A potência aeróbia de um indivíduo pode ser quantificada por testes de campo, ergométricos ou ergoespirométricos, além da utilização de acelerômetros, pedômetros, freqüencímetros, questionários e recordatórios de atividades cotidianas e exercício físico (ACSM's, 1995; GLANER, 2007).

A decisão de utilizar um teste de esforço máximo ou outro método depende, em grande parte, das razões para a execução do teste, do tipo de indivíduo a ser testado e da disponibilidade de equipamento e recursos humanos apropriados (ELHENDY et al., 2003; GUIMARÃES et al., 2003). Os avanços científicos possibilitaram o desenvolvimento de condições laboratoriais objetivando a

avaliação da potência aeróbia individualizada. Nesse sentido, a ergoespirometria tem assumido um papel de destaque (WASSERMAN, 1984; YASBEK et al., 2001).

Com a utilização da ergoespirometria, a potência aeróbia de um indivíduo é mensurada pelo consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) que pode ser definido como o maior volume de oxigênio por unidade de tempo que um indivíduo consegue captar respirando o ar atmosférico durante o exercício e reflete, entre outros fatores fisiológicos e metabólicos, aspectos associados à eficiência do sistema aeróbio de produção de energia. Seus valores representam o limite superior quanto à captação e o transporte do oxigênio e à sua participação na mobilização e na utilização dos substratos energéticos que deverão atender aos esforços físicos (YASBEK et al., 2001).

Na literatura é comum a utilização de $VO_{2máx}$ e VO_{2pico} (consumo de oxigênio pico) como sinônimos. Diante disso, é necessário separar o conceito de ambos: o VO_{2pico} é o maior valor do consumo de oxigênio de um indivíduo no momento do teste e o $VO_{2máx}$ caracteriza-se por um platô no consumo máximo de oxigênio e um aumento na FC, VE (ventilação minuto) e concentração de lactato, que nem sempre é alcançado. Atualmente, muitos estudos admitem que o $VO_{2máx}$ foi atingido quando o quociente respiratório é maior que 1,00 ao final do teste, a $FC_{máxima}$ é superior a 85% da máxima predita para a idade e mediante a análise de dados subjetivos de cansaço físico (YASBEK et al., 2001). É importante observar todas as variáveis que poderiam alterar o resultado de um teste quando se trata de crianças e adolescentes obesos, pois estudos observaram que esta população apresenta potência aeróbia atenuada em relação aos eutróficos (NORMAM et al., 2005; SOUZA et al., 2004).

Existe na literatura vários protocolos, ergômetros e procedimentos para a realização de um teste de potência aeróbia, contudo, há sempre uma dificuldade prática e real de se determinar quando o indivíduo efetivamente alcançou o seu máximo. Provavelmente, por sua facilidade de mensuração, a frequência cardíaca máxima tem sido uma das variáveis clínicas freqüentemente empregadas para caracterizar a obtenção de um esforço máximo (YASBEK et al., 2001).

A escolha do tipo de ergômetro deve ser feita com cautela, pois segundo alguns estudos, testes realizados em esteira proporcionam maior valor no consumo de oxigênio máximo em relação ao cicloergômetro quando realizado em população eutrófica (LEMURA et al., 2001). Em teoria, pode-se pensar que exercícios realizados em cicloergômetro são caracterizados como uma habilidade motora que nem todos os indivíduos possuem e que, por se restringir a uma massa muscular limitada, apresentariam uma possibilidade de interrupção precoce com grande componente de fadiga periférica, sem que o máximo de desempenho cardiovascular fosse alcançado (ARAÚJO, 2000). Porém, ao contrário do que se esperava teoricamente, os indivíduos que participaram do estudo de Araújo & Pinto (2005), não apresentaram diferença significativa na frequência cardíaca máxima na comparação entre o teste de potência aeróbia em cicloergômetro e esteira (protocolo de rampa e duração entre 8 a 12 minutos). A equipe do Laboratório de Ergoespirometria do Instituto do Coração (HC-FMUSP) verificou que aproximadamente 70% das crianças e adolescentes obesos avaliados não atingem o consumo de oxigênio considerado pico para a idade e que isso se agrava quando o teste é realizado em esteira rolante, pois a dificuldade é ainda maior do que em cicloergômetro (NEGRÃO & BARRETTO, 2005).

A seleção de um protocolo apropriado para a avaliação da capacidade física é de fundamental importância. Os protocolos caracterizam-se por iniciar o esforço com uma carga leve com progressivo aumento a intervalos de tempo regulares. Nos protocolos de rampa, o aumento da carga de trabalho é contínuo de tal forma que as condições do estado de equilíbrio não sejam atingidas e o protocolo escalonado é caracterizado por um aumento de carga a cada três minutos que favorece um estado de equilíbrio entre os aumentos de carga (TEBEXRENI et al., 2001). Não há um consenso sobre o tipo de protocolo a ser adotado em crianças e adolescente obesos. Entretanto, cabe ressaltar que o Laboratório de Ergoespirometria do Instituto do Coração (HC-FMUSP) utiliza em todos os seus protocolos em esteira ou cicloergômetro, protocolos com aumento progressivo e contínuo de carga, a cada minuto (NEGRÃO & BARRETTO, 2005). De acordo com Tebexreni et al. (2001), para a obtenção de melhores dados para a interpretação das respostas fisiológicas e determinação da potência aeróbia em um teste de esforço, os incrementos de carga devem ser uniformes em magnitude e duração, num período não inferior a oito e nem superior a doze minutos, características que são mais controladas quando se aplica um protocolo individualizado do tipo rampa.

2.4 Obesidade: definições, dados epidemiológicos e relações com o estado nutricional

O último século foi marcado por um decréscimo significativo no gasto energético humano e conseqüentemente por um aumento na prevalência da

obesidade. Para uma melhor compreensão desse fenômeno, o termo balanço energético (BE) foi utilizado para definir a resultante da diferença entre o consumo e o gasto de energia ($BE = \text{energia ingerida pela dieta} - \text{energia utilizada}$, principalmente a partir da atividade física) (COLE et al., 2000; CDC, 2004; RIBEIRO & URASAKI, 2006).

Quando um indivíduo mantém sua massa corporal estável durante um longo período, supõe-se que o balanço energético esteja em equilíbrio. No caso de um gasto maior do que a ingestão de nutrientes pode ocorrer um balanço negativo. Por outro lado um decréscimo significativo no gasto e ou um aumento na ingestão alimentar contribui para um balanço positivo, e essa situação sinaliza o aparecimento do excesso de gordura corporal (COLE et al., 2000).

Segundo o WHO (1998), a obesidade pode ser definida como um acúmulo de gordura corporal, consequência de um balanço energético positivo com repercussões à saúde. Nos anos imediatamente anteriores ao aparecimento da puberdade, há um aumento natural da gordura corporal, porém é importante que haja uma atenção especial nesse período, no sentido de identificar o que poderia ser considerado um processo natural ou patológico (NAUMOVA et al., 2001).

Há na literatura vários critérios diagnósticos para classificar o estado nutricional, e conseqüentemente a obesidade. Os índices antropométricos mais utilizados em crianças e adolescentes são: a estatura/idade, a massa corporal/idade, o IMC/idade e a massa corporal/estatura (CDC, 2004). Considerando a fase de crescimento e desenvolvimento corporais característicos dessa fase (infância e adolescência), é recomendado que a classificação dessas relações seja feita a partir do percentil estabelecido a partir de estudos de

referência. Resumidamente, o conceito de percentil se dá a partir da avaliação de uma população saudável considerada como referência. A distribuição normal decorrente dessa avaliação permite o estabelecimento de valores de 1 a 100 (percentis, dentro de uma curva tipicamente de Gauss). Nessa leitura, o percentil 50 (P50) corresponde ao valor de maior frequência, e, portanto o valor mais provável (WHO, 1995).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) classifica como obeso o adolescente cujo percentil de IMC/idade seja maior que 85 e que apresente tanto para a dobra cutânea subescapular/idade quanto a dobra cutânea tricipital/idade, valores iguais ou superiores ao percentil 90. Por sua vez, são classificados como eutróficos os indivíduos entre os percentis 15 e 85. Na interpretação dos resultados, deve-se ainda levar em conta o estágio de maturação sexual (MUST et al., 1991; WHO, 1995).

Um outro indicador antropométrico que tem sido abordado na literatura é a circunferência da cintura. Além da adiposidade propriamente dita, a localização da gordura corporal é um importante indicador de risco de desenvolvimento de doenças crônicas. A gordura localizada na região abdominal, especificamente a gordura visceral, tem características moleculares diferenciadas da gordura subcutânea, dentre elas a maior expressão de fatores de inflamação. O processo inflamatório crônico decorrente da adiposidade visceral tem sido apontado como uma explicação plausível para doenças relacionadas à obesidade, na qual se destaca a síndrome metabólica (WAJCHENBERG, 2000). Com relação a parâmetros de normalidade para a medida da circunferência da cintura, existe poucos estudos voltados para crianças e adolescentes. O estudo realizado por

Taylor et al (2000), a partir de uma amostra representativa de adolescentes do Reino Unido, indica pontos de corte relacionados ao risco de doenças.

A prevalência da obesidade na infância e adolescência vem apresentando um rápido aumento nas últimas décadas, em todo mundo. Nos Estados Unidos, a prevalência triplicou entre os anos de 1980 e 2000 (OGDEN et al., 2002) e estudos realizados na Austrália, China, França, Alemanha, Reino Unido e Finlândia também demonstraram o mesmo fenômeno (LOBSTEIN, BAUR & UAUY, 2004).

São escassos os estudos de base populacional produzidos até hoje no Brasil. Como exemplos, devemos destacar ENDEF (Estudo Nacional de Despesas Familiares), PNSN (Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição) e PPV (Pesquisa sobre Padrões de Vida). A adequada análise dos resultados desses estudos foi de grande importância por várias razões; primeiro, porque permitiu avaliar a magnitude dos agravos nutricionais mais relevantes, bem como mapear alguns dos seus principais determinantes; segundo, porque depois de realizados em intervalos sistemáticos, permitiu estudar a tendência desses problemas nutricionais. No Brasil, as mudanças demográficas, sócio-econômicas e epidemiológicas ao longo do tempo permitiram que ocorresse a denominada transição nutricional, que pode ser definida como um fenômeno no qual ocorre uma passagem da desnutrição para a obesidade (FRANCISCHI et al., 2001).

O estudo realizado por Oliveira et al. (2003) indica existir uma influência de fatores biológicos e ambientais no desenvolvimento do sobrepeso e obesidade infantil, confirmando seu caráter multifatorial. Estudos realizados em algumas cidades brasileiras evidenciam que o sobrepeso e a obesidade já atinge 30% ou

mais das crianças e adolescentes (BALABAN & SILVA, 2001). Foi observada nas regiões nordeste e sudeste do Brasil uma prevalência de sobrepeso de 10,8% entre crianças, 9,9% em adolescentes e 28,3% entre adultos e a prevalência de obesidade foi de 7,3%, 1,8% e 7,9% respectivamente (ABRANTES et al., 2003). Também foi constatada uma curva ascensional da obesidade nos últimos vinte anos em um estudo realizado no nordeste com adolescentes masculinos (VASCONCELOS & SILVA, 2003).

O trabalho de Souza Leão et al. (2003) apresentou uma prevalência de 15,8% de obesidade em 387 escolares de Salvador, sendo que esta foi significativamente maior nas escolas particulares (30%) em relação às públicas (8,2%). Dados semelhantes foram verificados em um estudo realizado em Santos e em Presidente Prudente (COSTA et al., 2006; FERNANDES et al., 2007). Em um estudo que relacionou a condição sócio-econômica com o sobrepeso e a obesidade constatou que a maior prevalência ocorreu em crianças e adolescentes com melhor condição sócio-econômica (SILVA et al., 2005). Por sua vez, Monteiro et al. (2004) observaram que os fatores de risco variam conforme o sexo, a renda familiar, a ansiedade e a massa corporal materna pré-gestacional.

Até há alguns anos atrás, a associação da obesidade com alterações metabólicas, doenças crônicas, complicações ortopédicas e insatisfação corporal, era mais evidentes em adultos (STRYNE, 2001). No entanto, Freedman et al. (1999) determinaram a relação entre a obesidade e o risco de doenças cardiovasculares em 9.167 crianças na idade escolar de 5 a 17 anos, sendo que 11% apresentavam obesidade e 58% destas crianças apresentavam pelo menos

um risco cardiovascular aumentado. Os fatores de risco incluíam altas concentrações plasmáticas de colesterol, elevação da pressão arterial e aumento na concentração de insulina no jejum.

Alguns estudos têm demonstrado que a idade, o uso de dieta, a omissão de desjejum, a ingestão inadequada de nutrientes, o sedentarismo, a obesidade familiar, o perfil lipídico alterado e a insatisfação corporal apresentaram correlação positiva e significativa com a obesidade (FRUTUOSO et al., 2003; GAMBARDELLA & BISMARCK, 2000; CARNEIRO et al., 2000; CONTI et al., 2005; SILVA et al., 2005).

Diante da ascensão da obesidade no Brasil e no mundo, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de oferecer suporte científico e estratégias de prevenção e tratamento da obesidade em crianças e adolescentes.

2.5 Estratégias de prevenção e tratamento da obesidade

As principais estratégias utilizadas em crianças e adolescentes como prevenção e tratamento da obesidade ainda são as mesmas utilizadas em adultos, ou seja, a modificação da dieta e o aumento da prática de atividade física (BERKEY et al., 2000; DANIELS et al., 2005). Verifica-se na literatura um consenso sobre os fatores de risco associados ao sobrepeso e à obesidade, entretanto, até o momento não se estabeleceu uma diretriz eficiente em longo prazo quando se trata de estratégias de prevenção ou tratamento da obesidade em crianças e adolescentes (DANIELS et al., 2005).

Os tratamentos a base de dietas hipocalóricas têm acarretado efeitos negativos à saúde dos indivíduos, em especial crianças e adolescentes, pois modificar temporariamente a ingestão, pode resultar em déficit de nutrientes importantes para o crescimento e desenvolvimento, como também gerar distúrbios alimentares (STICE et al. 2005). Estratégias como o uso de medicamentos, intervenções cirúrgicas e vários outros métodos são altamente questionáveis, principalmente nessa faixa etária. O tratamento comportamental parece ser o mais indicado nessa faixa etária, pois pode gerar mudanças qualitativas em longo prazo (YANOVSKI, 2001; INGE et al., 2004; PATE, 2006).

A cultura de um povo pode determinar a adoção de um padrão alimentar particular, inclusive suas crenças e tabus. Uma vez instalado, talvez seja difícil modificá-lo individualmente, sobretudo em pessoas adultas. A inclusão de conteúdo relacionado à alimentação e à nutrição nos currículos escolares pode contribuir para o questionamento e posicionamento crítico e promover a aquisição de hábitos alimentares saudáveis (JACOB, 2002).

O tratamento da criança e do adolescente obesos não pode ser isolado da família. Programas de tratamento que incluem a participação da família têm demonstrado maiores benefícios em longo prazo. Em idades precoces, os pais têm controle mais efetivo sobre a alimentação e as atividades físicas das crianças; portanto, podem influenciar decisivamente na aquisição e na manutenção de comportamentos adequados ao controle do balanço energético. Entretanto, na adolescência, essa influência pode ser modificada devido à busca pela autonomia em suas ações (BROWNELL et al., 1983; EPSTEIN, 1990).

A prescrição de exercício físico em crianças e adolescentes deve consistir em estratégias diferenciadas das utilizadas para adultos, pois o princípio fundamental para a realização de atividade física nesta população está relacionado ao prazer e ao bem estar. Porém, é necessário conduzir o esforço em intensidades realmente eficientes objetivando condicionamento cardiovascular e manutenção ou redução da massa gorda corporal (FERNANDEZ et al., 2004). Muitos estudos têm demonstrado que o exercício físico pode ser eficiente na redução do tecido adiposo em crianças e adolescentes, com ou sem restrição específica de dieta. A maioria desses estudos envolve programas de aumento de atividade física em escolas (PATE et al., 2006). Cabe lembrar que a atividade física é definida como qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulte em um gasto energético acima dos níveis de repouso (CDC, 2006).

Dessa forma, o termo atividade física pode ser dividido em quatro grandes componentes: a. atividades ocupacionais; b. atividades domésticas; c. transporte ou deslocamento; d. lazer e exercício físico. Todas essas atividades podem ser executadas com velocidades, duração e intensidades diversas. Nessa discussão, o exercício físico seria um dos componentes da atividade física, e é compreendido como uma forma de atividade planejada, estruturada, repetitiva, que objetiva o desenvolvimento da aptidão física, de habilidades motoras a reabilitação orgânico-funcional (CDC, 2006). Por aptidão física compreende-se a capacidade para realização das atividades físicas, tanto no aspecto relacionado ao desempenho, quanto no aspecto relacionado à saúde (BARROS & NAHAS, 2003; CDC, 2006).

O American Heart Association (AHA) elaborou algumas recomendações acerca da atividade para crianças e adolescentes. Eis um resumo dessas recomendações (PATE et al., 2006):

→ As crianças e os adolescentes devem acumular pelo menos de 30 a 60 minutos de atividade física apropriada para a idade constituída por uma variedade de atividades físicas com a maior freqüência semanal possível.

→ Os profissionais devem ser qualificados para orientação de programas educativos.

→ O objetivo primário para crianças pré-adolescentes consiste em mantê-las ativas, para que possam desfrutar o movimento e desenvolver hábitos de atividade física.

→ Para crianças e adolescentes, deve ser enfatizada também a aquisição de habilidades motoras e desportivas.

→ A promoção de estilos ativos de vida e a redução das taxas de obesidade também dependem do apoio da comunidade e da disponibilidade de instalações seguras e acessíveis, exposição aos meios de comunicação e propaganda, fatores socioeconômicos e políticos.

Segundo Villares et al. (2005), antes de se iniciar um programa específico para melhorar a capacidade física e promover a manutenção ou redução da massa gorda corporal, é necessário fazer uma avaliação prévia da capacidade funcional do indivíduo para que a prescrição seja eficiente.

A determinação de uma dose ideal de exercícios para desencadear um balanço energético negativo e induzir o aprimoramento de aspectos relacionados

à saúde é de suma importância. Porém, atualmente, ainda não existe um consenso sobre quantidade, método ou intensidade de exercícios que seja eficiente para se atingir tais objetivos, principalmente quando se trata de crianças e adolescentes.

2.6 Conceitos fundamentais sobre metabolismo energético no exercício

O corpo humano necessita receber um suprimento contínuo de energia química para realizar suas múltiplas e complexas funções. A energia derivada da oxidação dos alimentos é extraída em pequenas quantidades durante reações controladas enzimaticamente pelas células e é conduzida sob a forma de energia química por meio de um composto rico em energia denominado ATP (adenosina trifosfato). Esse processo oxidativo caracteriza-se pelo consumo oxigênio (VO_2) e pela produção de dióxido de carbono (VCO_2) (SUEN et al., 1998; GUYTON & HALL, 2002).

Considerando que as reservas de ATP no tecido muscular são bastante limitadas para a realização do exercício, o organismo apresenta três sistemas de reconstituição desse composto, com base em diferentes substratos energéticos, a saber: sistema dos fosfagênios, sistema do lactato e sistema aeróbio. O tipo de substrato energético utilizado e a via metabólica com que o ATP é ressintetizado em cada um desses sistemas dependem fundamentalmente da intensidade e da duração do exercício físico (GASTIN, 2001).

O sistema dos fosfagênios ocorre durante esforços físicos de alta intensidade com duração de aproximadamente 8 a 10 segundos. Nesse sistema,

as moléculas de ATP necessárias para a manutenção do trabalho muscular são sintetizadas inicialmente por intermédio de outro composto de alta energia, denominado fosfato de creatina (CP) (BANGSBO et al., 1990; GASTIN, 2001).

Para um esforço de alta intensidade e por um período superior a 10 segundos, é ativada a via metabólica da glicólise anaeróbia (sistema ácido láctico) que consiste na degradação do glicogênio ou da glicose para lactato mediante uma série de passagens enzimáticas catalisadoras, que resulta na produção das moléculas de ATP (SPENCER & GASTIN, 2001). Uma das características dessa via metabólica é a produção de lactato que é acumulado no grupo muscular e transferido para a corrente sangüínea. Por sua vez, esse acúmulo de lactato desempenha importante papel na própria degradação do glicogênio, interferindo desfavoravelmente nos mecanismos que envolvem as contrações musculares. Em casos extremos, em razão do elevado nível de acidose, a contração muscular pode ficar prejudicada e, com isso, impossibilitar a continuidade do exercício físico (SPENCER & GASTIN, 2001). Por outro lado, o lactato é um importante componente intermediário no processo de reparo e regeneração celular. A origem da elevação da concentração de lactato tem sido reinvestigada. Há evidências que sugerem que o lactato é um importante intermediário em vários processos metabólicos, particularmente na mobilização desse substrato para o metabolismo aeróbio (GLADDEN, 2004).

Já a via metabólica aeróbia é predominante em atividades de intensidade baixa ou moderada e longa duração. Ao contrário do metabolismo anaeróbio, em que apenas o glicogênio e a glicose são utilizados como substrato energético para a produção de ATP, o metabolismo aeróbio pode usar, além desses, os ácidos

graxos e, em casos específicos, os aminoácidos e lactato. O metabolismo aeróbio é o mais eficiente do ponto de vista de produção energética, além de sintetizar ATP com menor acúmulo de lactato sanguíneo (GOODMAN, 1988; KNECHTLE et al., 2004).

2.7 Exercício contínuo x intermitente

Programas de exercícios físicos têm sido utilizados na tentativa de aumentar o gasto energético diário, tornando o balanço energético negativo com o objetivo de atuar na prevenção ou tratamento da obesidade. Nesses programas o exercício aeróbio realizado de forma contínua em intensidade moderada tem sido empregado com o objetivo de diminuir a massa gorda corporal, e o exercício intermitente na tentativa de obter um maior consumo de oxigênio, conseqüentemente um maior gasto energético às custas de uma maior intensidade (SABIA et al., 2004; MONTEIRO et al., 2004).

O exercício aeróbio contínuo moderado caracteriza-se por um esforço que pode ser realizado por longos períodos, na qual a produção de energia ocorre predominantemente por meio do metabolismo aeróbio que utiliza como principal substrato energético os lipídeos (KNECHTLE et al., 2004; ACHTEN & JEUKENDRUP, 2004). Já o exercício intermitente, caracteriza-se por períodos curtos de esforço intercalado por momentos de recuperação, que pode ser realizado de forma ativa ou passiva. Durante o período de esforço, os substratos energéticos predominantes são os fosfatos de alta energia e o glicogênio muscular (SPENCER & GASTIN, 2001).

A curva do metabolismo de gordura em função da intensidade de esforço demonstra que o ponto de maior utilização desse substrato corresponde ao limiar 1 (45-65% $VO_{2m\acute{a}x}$), e durante o limiar 2 (75-85% $VO_{2m\acute{a}x}$) observa-se uma diminuição significativa na utilização desse substrato, devido parcialmente à menor concentração de ácidos graxos livres circulantes (ATCHTEN & JEUKENDRUP, 2003; PRUETT, 1970).

Apesar de o exercício intermitente não representar uma utilização significativa de lipídeos como principal substrato energético, durante o esforço, ele pode estimular a oxidação de lipídeos durante a recuperação, favorecendo a manutenção ou até mesmo a redução da massa gorda corporal. Além disso, esse tipo de atividade promove o aumento da potência aeróbia e a manutenção ou o aumento da massa corporal magra (TREMBLAY et al., 1994; DOUCET et al., 1999; DIONE et al., 2000).

Romijn et al. (1993; 2000) compararam três intensidades de exercício: alta, moderada e baixa. Nesses estudos foram determinadas: a taxa de aparecimento de AGL no plasma (pela infusão de palmitato) e a taxa de oxidação de gorduras (por calorimetria indireta). Os resultados demonstraram que a maior oxidação das gorduras ocorreu a 65% do $VO_{2m\acute{a}x}$ ($43,1 \pm 3,5 \mu\text{mmol.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), embora exercícios desempenhados a 85% do $VO_{2m\acute{a}x}$ ($30,1 \pm 3,6 \mu\text{mmol.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) também tenham demonstrado maior oxidação quando comparado com o exercício a 25% do $VO_{2m\acute{a}x}$ ($21,5 \pm 1,6 \mu\text{mmol.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Já a oxidação dos carboidratos foi maior durante a intensidade de 85% em relação aos valores de 65% e 25% do $VO_{2m\acute{a}x}$.

Alguns estudos comparando o treinamento físico (contínuo e intermitente) em adolescentes demonstraram que o exercício intermitente foi mais eficiente na diminuição da massa corporal do que o exercício contínuo, e a explicação foi que exercícios físicos realizados com intensidade maior promovem, como consequência, maior gasto energético (SABIA et al., 2004; FERNANDEZ et al., 2004). Em outro estudo longitudinal foram comparadas atividades de alta intensidade e de baixa intensidade por um período de quatro anos. Os participantes do exercício de alta intensidade, apesar de terem ingerido maior quantidade de energia na dieta do que os participantes de exercício de baixa intensidade, apresentaram ao final do período uma maior proporção de massa corporal magra em relação à gordura (YOSHIOKA et al., 2001).

Um outro aspecto que vem sendo investigado para aumentar o gasto energético é a realização de exercícios que aumentem o consumo de oxigênio não somente durante, mas também após a atividade, isto é, que geram como ajuste momentâneo um excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (ou EPOC- Excess post-exercise oxygen consumption) (BORSHEIM & BAHR, 2003).

2.8 Consumo de oxigênio pós-exercício

Muitos estudos confirmam a hipótese inicial de Hill & Lupton (1922) de que o metabolismo aeróbio elevado na recuperação seja necessário para restaurar o corpo para sua condição pré-exercício (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Originalmente, o termo débito de oxigênio foi formulado por Archibaldi Vivian Hill e Lupton, em 1922, com a finalidade de explicar esse aumento do

consumo de oxigênio após o exercício. Acreditava-se que o débito de oxigênio subsequente ao exercício era necessário para restabelecer o déficit de oxigênio ocorrido no início do exercício por meio da remoção do lactato (HILL & LUPTON, 1923). Margaria et al. (1933) modificaram esse conceito e sugeriram que a parte inicial da captação de oxigênio da recuperação era consumida antes do lactato começar a diminuir. Para explicar esse achado, foram propostas duas fases para o débito de oxigênio: débito de oxigênio alático e láctico.

A parte alática do débito de oxigênio para a recuperação após um exercício leve em ritmo estável ou para a fase rápida da recuperação após um exercício extenuante foi atribuída a outros fatores. Já a parte láctica concordava com a explicação de Hill & Lupton., a qual representava a conversão de lactato em glicogênio no fígado e foi considerado como o componente lento (MARGARIA et al., 1933). Gaesser & Brooks (1984) introduziram o termo EPOC, que se relaciona a um prolongado aumento no consumo de oxigênio que pode ser observado por horas após o exercício, dependendo da intensidade e duração do esforço.

O EPOC tem sido dividido em dois componentes: a) rápido: caracterizado por uma queda acentuada em um período de aproximadamente uma hora e seus componentes são bem definidos: restauração do oxigênio no sangue e músculo, ressíntese de ATP-CP, remoção de lactato e aumento da temperatura corporal, circulação e ventilação; b) lento: queda mono-exponencial com duração de algumas horas e seus componentes ainda não estão bem estabelecidos (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Em essência, todos os sistemas fisiológicos ativados pelo exercício também necessitam de maior quantidade de oxigênio durante a recuperação. A dívida de

oxigênio ou, mais precisamente, a captação de oxigênio da recuperação (e o EPOC) refletem tanto o metabolismo anaeróbio do exercício prévio quanto os ajustes respiratórios, circulatórios, hormonais, iônicos e térmicos que ocorrem durante a recuperação (BORSHEIM & BAHR, 2003).

A ausência de uma constante no aumento do consumo de oxigênio após o exercício, parece ser consistente com vários estudos que determinam que a intensidade e duração da atividade determinam a magnitude e duração do EPOC (BORSHEIM & BAHR, 2003). No estudo realizado por Hagberg et al. (1980) não foi verificado EPOC em 15 minutos de recuperação após cinco ou 20 minutos de exercício em cicloergômetro a 50%, 65% e 80% do $VO_{2máx}$. Também não foi observado o EPOC em um estudo que realizado em indivíduos jovens após uma sessão aguda de exercício aeróbio e aneróbio durante o período de 24 horas (MELO et al., 2006).

Entretanto, no trabalho de Burleson et al. (1998) foi observado EPOC após a sessão de exercício resistido nos primeiros trinta minutos e após o exercício aeróbio não foi observada diferença significativa. Já no estudo de Freedman-Akabas et al. (1985) foi verificado cerca de 40 minutos de EPOC após a realização de exercício aeróbio a uma intensidade em torno do limiar anaeróbio. Outros estudos investigaram o EPOC após a realização de exercícios intermitentes. No estudo de Bahr et al. (1992) foi observado um EPOC durante 4 horas e Laforgia et al. (1997) observaram um EPOC de 9 horas.

Alguns autores têm tentado dividir o EPOC em diferentes componentes. Borsheim & Bahr (2003) compararam o EPOC após 70-80 minutos de exercício realizado em cicloergômetro a 69-78% do $VO_{2máx}$ (exercício submáximo) com três

períodos de esforço de dois minutos a 104-117% do $VO_{2\text{máx}}$ (exercício supramáximo). Nessa comparação foi verificado um EPOC total similar entre as duas situações de exercício (7,6 L de VO_2 após o exercício submáximo e 7,8 L após o exercício supramáximo). A diferença observada entre as duas sessões de exercício foi atribuída ao componente rápido e lento. Para o componente rápido foi atribuído 3,1 L após o exercício submáximo e 5,8 L após o exercício supramáximo. Para o componente lento foi atribuído 4,5 L após o exercício submáximo e 2,0 L após o exercício supramáximo. A análise desse estudo indica que a alta intensidade de exercício afeta principalmente o componente rápido, entretanto, uma prolongada exaustão de exercício pode estimular o componente lento (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Portanto, apesar de existirem vários estudos sobre o EPOC em diferentes populações, ergômetros, métodos de exercício, intensidade, gênero etc., ainda não se estabeleceu um consenso sobre a magnitude e duração do EPOC. Cabe ainda ressaltar a carência de estudos em populações específicas (obesos, crianças, adolescentes, idosos etc.) e diversificação de métodos de atividade física, pois até o momento, apesar dos avanços tecnológicos e científicos, as estratégias de prevenção ou tratamento da obesidade não têm apresentado sucesso.

3. MÉTODOS

3.1 Casuística

O presente estudo foi realizado com adolescentes obesos e eutróficos. Trata-se de um estudo experimental, do tipo corte transversal, cujo método de seleção da amostra caracterizou-se como não-probabilística e intencional.

Para o recrutamento de voluntários, foram realizadas palestras sobre objetivos, procedimentos e importância da pesquisa em escolas e centros educacionais de atividade física na cidade de São Paulo. Todos os sujeitos que demonstraram interesse em participar da pesquisa e se enquadraram nos critérios de inclusão foram inseridos na amostra.

3.2 Critérios de inclusão

Como critérios de inclusão, os adolescentes deveriam ter entre 15 e 18 anos de idade, sexo masculino e apresentar atestado médico certificando a segurança para a realização de atividades físicas. Os adolescentes deveriam ainda ser caracterizados, em relação ao estágio de desenvolvimento puberal, como pós-púbere. A determinação desse estágio foi realizada a partir de dois tipos de análise (conforme critérios de WHO, 1995): auto-avaliação do desenvolvimento puberal pela prancha de Tanner (TANNER, 1962 Apud GUEDES, 1998; Anexo 1) e análise de voz adulta. Deveriam também praticar atividade física sistematizada pelo menos duas vezes por semana e terem seu nível de atividade física

classificado como moderadamente ativo ou ativo por meio do IPAQ versão curta (International Physical Activity Questionnaire; MATSUDO et al., 2001; Anexo 2).

3.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os adolescentes que relataram a ingestão de algum medicamento que pudesse interferir na taxa metabólica ou que não pudessem participar de todos os procedimentos. Para identificação dos critérios de inclusão e exclusão e para informações adicionais, foi realizada uma anamnese, que se encontra no Anexo 3.

3.4 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram realizados em seis dias, e consistiram em: avaliação inicial (Dia 1- D1), avaliações pré-experimentos (Dias 2 e 3- D2 e D3) e experimentos (Dias 4, 5 e 6- D4, D5 e D6). Foi considerado um intervalo de dois dias entre D1 e D2 e de sete dias entre D2, D3, D4, D5 e D6. As Figuras 1 e 2 apresentam a linha temporal com duração total do estudo com cada adolescente e o delineamento do estudo, respectivamente.

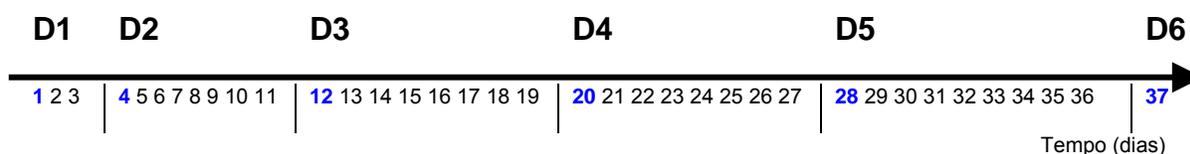


Figura 1: Linha temporal com a duração total do estudo com cada adolescente.

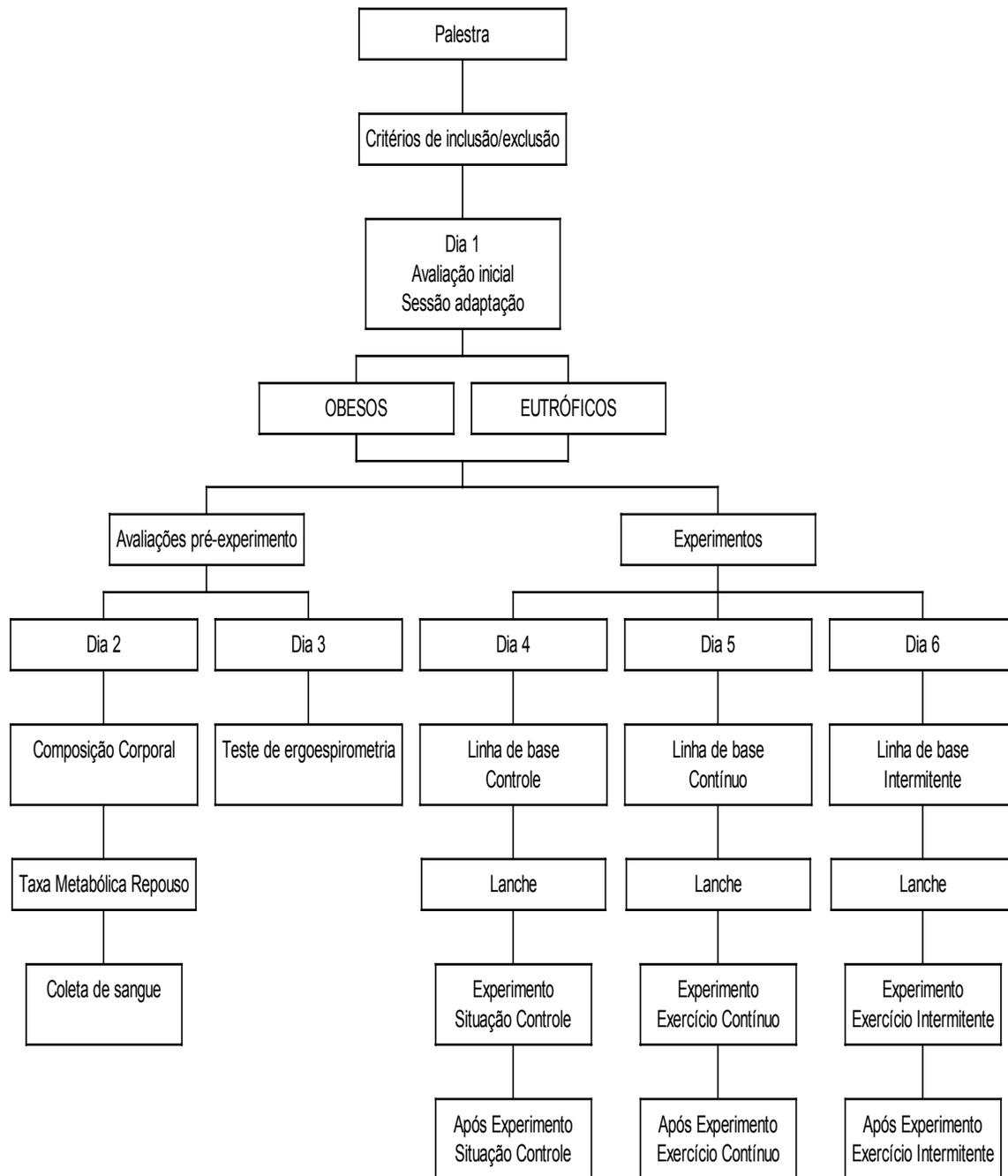


Figura 2: Delineamento do estudo.

3.4.1 Avaliação inicial

No Dia 1, os indivíduos incluídos no estudo foram inicialmente avaliados quanto ao IMC (índice de massa corporal), para a classificação do estado nutricional e divisão dos grupos experimentais. Os procedimentos para as medidas antropométricas foram baseados nos critérios propostos por Lohman (1988).

A massa corporal (MC) foi obtida por meio de uma balança de plataforma Filizola®, com carga máxima de 150kg e precisão de 100g. A balança foi aferida antes de cada medição, e os voluntários foram pesados em pé, descalços, usando roupas leves. Foram executadas três medidas, sendo utilizado o valor médio para análise. Os seguintes procedimentos foram adotados para a avaliação: o adolescente deveria distribuir a massa corporal em ambas as pernas com leve afastamento lateral, o círculo da órbita ocular deveria estar alinhado com a orelha, no plano de Frankfurt e paralelo ao solo; o adolescente foi orientado a estar com os braços ao longo do corpo e permanecer imóvel no momento da medida.

A estatura foi verificada por meio de um estadiômetro da marca Secca®, graduado em centímetros e com precisão de 1mm. Foram executadas três medidas, sendo utilizado o valor médio para análise. Os seguintes procedimentos foram adotados: o adolescente deveria estar descalço, em pé, com as pernas levemente afastadas lateralmente, encostado no estadiômetro os calcanhares, o glúteo, as escápulas e o occipital; o círculo da órbita ocular deveria estar alinhado com a orelha, no plano de Frankfurt e paralelo ao solo; no momento da medida o

avaliador solicitou a execução de uma inspiração seguida de uma apnéia. Cabe ressaltar que todas as medidas foram realizadas por um único avaliador.

O IMC corresponde à relação entre a massa corporal e a estatura $(\text{kg})/(\text{m})^2$. Para critérios de classificação do estado nutricional por essa variável, foi adotado o padrão de referência de Must et al. (1991) e a classificação do percentil de acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995), a saber: eutrofia (grupo EU) entre os percentis 15 e 85 e obesidade (grupo OB) percentil igual ou maior que 95. Para a classificação percentilar da estatura foi adotada a recomendação do *Centers for Disease Control and Prevention* (OGDEN et al., 2002).

Na seqüência, os adolescentes foram familiarizados quanto aos procedimentos e equipamentos.

3.4.2 Avaliações pré-experimentos

As avaliações pré-experimentos consistiram em avaliação da composição corporal e antropométrica, análise da taxa metabólica de repouso (TMR), coleta de sangue e teste de potência aeróbia.

No Dia 2, os adolescentes foram previamente orientados a chegarem no laboratório entre 8 e 9 horas, após uma noite de sono, jejum de 8 horas e não realizar atividade física nas últimas 24 horas.

Ao chegarem no laboratório, foram realizadas as medidas da massa corporal, da estatura e da circunferência da cintura (CC). A medida da CC foi realizada com uma fita métrica inextensível, no ponto médio entre a crista ilíaca e

o último rebordo costal. Foram executadas três medidas, e utilizado o valor médio para análise. Foi adotado o percentil 80 (P80) como ponto de corte para os valores da circunferência da cintura. Assim, valores cima desse percentil foram classificados como risco de desenvolvimento de doenças crônicas (Taylor et al., 2000).

Os valores da massa magra corporal (MMC), massa gorda corporal (MGC) e água corporal total (ACT) foram obtidos a partir da resistência e da reactância, por meio da bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA) utilizando-se equações específicas para a idade (equipamento *Biodynamics*® 450). Os adolescentes foram orientados a retirar todos os adornos e vestimentas metálicas que pudessem interferir na passagem da corrente elétrica. Após a acomodação dos avaliados em decúbito dorsal em uma maca, foram colocados dois eletrodos no dorso da mão e dois no dorso do pé (ambos do lado esquerdo do avaliado). Os cabos de conexão foram fixados aos eletrodos para realização do teste. Para a classificação percentilar da MMC e MGC, foram utilizados os valores propostos por Pichard et al. (2000). A Figura 3 apresenta o equipamento utilizado na avaliação da composição corporal.



Figura 3: Bioimpedância tetrapolar (Biodynamics® 450).

Para a análise da taxa metabólica de repouso foram utilizados o analisador metabólico VO2000 (INBRASPORT®), o software AEROGRAF® e adotou-se o pneumotacógrafo tamanho pequeno. Para a coleta, os adolescentes foram acomodados em uma maca, em ambiente termicamente estável, com iluminação e ruídos controlados. Foi acoplada uma máscara para a coleta de gases respiratórios e os indivíduos permaneceram em repouso por 30 minutos, sendo os primeiros 15 minutos utilizados para a adaptação e a média dos 15 minutos finais para o cálculo propriamente dito. Para o cálculo, foi empregada a fórmula de Jéquier & Schutz (1983) descrita a seguir:

$$\text{TMR} = [(4,686 + 1,096 \times (\text{QR} - 0,707)) \times \text{VO}_2] \times 24.$$

O VO2000 é um transdutor para análise de trocas gasosas, auto-calibrável, projetado para operar via computador. O equipamento extrai e mede micro amostras da expiração e a obtenção dos dados metabólicos produzidos são enviados para o computador, em tempo real, via porta serial. Os dados

metabólicos são: VO_2 (consumo de oxigênio), VCO_2 (produção de gás carbônico) e VE (ventilação minuto). Por meio dessas variáveis o software externo AEROGRAF® calcula o quociente respiratório (QR), a pressão expirada de oxigênio e de dióxido de carbono ($PetO_2$ e $PetCO_2$). O volume é medido através de um pneumotacógrafo externo conectado via linhas de ar ao sensor interno de volume expirado do VO2000. A Figura 4 apresenta um indivíduo durante a análise de trocas gasosas em repouso, o equipamento VO2000 (INBRASPORT®) e o software AEROGRAF®. A Figura 5 apresenta a máscara de neoprene, tubo coletor de saliva, pneumotacógrafo e adaptador utilizados durante a análise de trocas gasosas.



Figura 4: Indivíduo durante a análise de trocas gasosas em repouso, o equipamento VO2000 (INBRASPORT®) e o software AEROGRAF®.



Figura 5: Máscara de neoprene, tubo coletor de saliva, pneumotacógrafo e adaptador utilizados durante a análise de trocas gasosas.

Após a análise da TMR, os adolescentes foram encaminhados ao laboratório de análises clínicas, no mesmo local dos laboratórios, e foi realizada a coleta de amostra sangüínea para realização de exames bioquímicos. Parte do sangue coletado foi armazenada em tubos com anticoagulante EDTA para análise do hemograma e perfil lipídico. O restante do sangue foi centrifugado para a obtenção do plasma, este foi armazenado em eppendorf e congelado em freezer à -80°C para análises posteriores.

No Dia 3, foi realizado o teste de potência aeróbia pelo método ergoespirométrico. Os adolescentes foram orientados previamente a não realizarem exercício físico intenso 24 horas antes da realização do teste, a realizarem uma refeição leve com duas horas de antecedência, a não ingerirem alimento que contivesse cafeína e trajarem bermuda, camiseta e tênis.

Inicialmente foi realizada a medida da massa corporal, executado o treinamento de um sinal para interromper o procedimento a qualquer momento,

explicado a utilização da escala de percepção de esforço de 6-20 estágios (BORG, 1982) e todas as etapas do teste.

O sujeito foi orientado a acomodar-se no cicloergômetro BIOTEC 2100 (CEFISE®) que utiliza o auxílio do software ERGOMETRIC 6.0 (CEFISE®) com sensor e interface que fornece informações sobre a potência, rotação (rpm) e carga durante a execução de exercício físico. A Figura 6 apresenta o cicloergômetro BIOTEC 2100 e o software ERGOMETRIC 6.0 (CEFISE®) utilizados no teste de potência aeróbia e durante os experimentos.

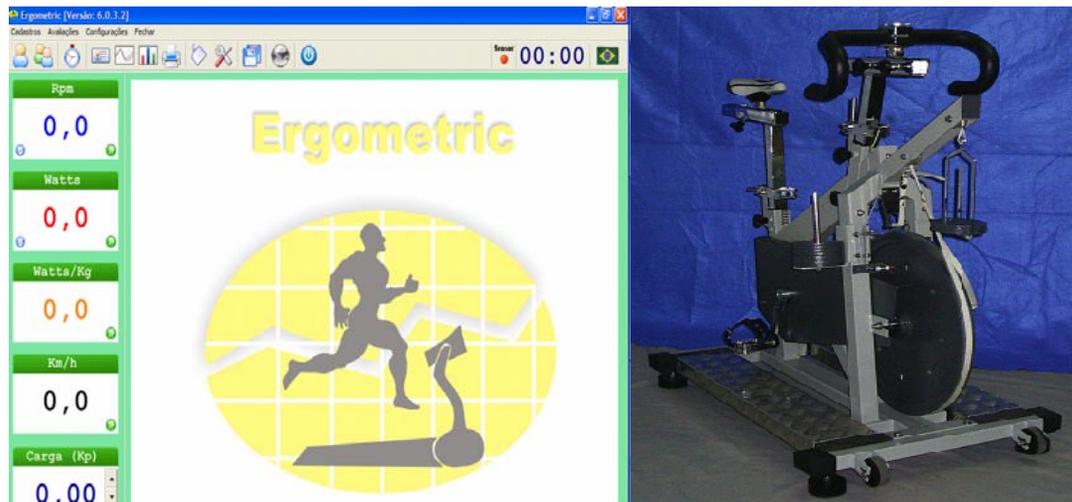


Figura 6: Cicloergômetro BIOTEC 2100 e o software ERGOMETRIC 6.0 (CEFISE®).

Para a análise das trocas gasosas, foi acoplada ao sujeito a máscara e o prendedor nasal, utilizou-se o analisador metabólico VO2000 com o auxílio do software AEROGRAF® e adotou-se o pneumotacógrafo tamanho médio.

Nos momentos antes, durante e após o teste de ergoespirometria, foram coletadas as variáveis hemodinâmicas [pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC)] com o auxílio de um esfigmomanômetro aneróide (Sanny®) e freqüencímetro (Polar®, modelo S810), respectivamente. Os critérios de determinação da pressão

arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram o 1º e o 5º som de Korotkoff, respectivamente. Também foi realizado o monitoramento do ritmo cardíaco e das condições do miocárdio antes, durante e após o teste de ergoespirometria. O monitoramento do ritmo cardíaco e das condições do miocárdio foi realizado por meio do eletrocardiograma de 12 derivações com o auxílio do software Cardio Control® sob a supervisão da equipe de fisioterapia da Universidade São Judas Tadeu. A Figura 7 apresenta os equipamentos utilizados na coleta das variáveis hemodinâmicas.



Figura 7: Esfignomanômetro aneróide (Sanny®) e o freqüencímetro (Polar®, modelo S810).

Para o teste propriamente dito, o protocolo adotado foi do tipo rampa, com potência inicial de 30W e incremento de 15W a cada minuto, mantendo a rotação de 60rpm (rotações por minuto). Os critérios adotados para interrupção do teste foram: a) se o avaliado atingisse a $FC_{\text{submáxima}}$ predita (KARVONEN et al., 1957); b) se a rotação determinada não fosse mantida; c) se o sujeito solicitasse a interrupção do teste; d) se observasse alguma variável que pudesse comprometer

a integridade física do avaliado. A fórmula de Karvonen et al. (1957) para obtenção da $FC_{\text{submáxima}}$ é descrita a seguir:

$$FC_{\text{máxima}} = 220 - \text{idade (anos)}; FC_{\text{submáxima}} = ((FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) * 90\% + FC_{\text{repouso}})$$

O teste de potência aeróbia foi realizado para a comparação entre os grupos e determinação individual da intensidade dos experimentos (Dias 5 e 6). Foram determinadas as seguintes variáveis: consumo de oxigênio pico ($VO_{2\text{pico}}$), limiar 1 e 2.

O limiar 1 foi determinado no momento em que o QR apresentou um incremento não linear e as curvas de $PetO_2$ e VE/VO_2 atingiram seu valor mínimo antes de começarem a se elevar. O limiar 2 foi determinado no momento em que a curva da VE/VCO_2 atingiu o seu valor mínimo, antes de começar a se elevar, e o valor da $PetCO_2$ atingiu o seu maior valor seguido de uma queda abrupta. O $VO_{2\text{pico}}$ foi verificado por meio do maior valor de VO_2 alcançado durante o teste (SKINNER & MCLELLAN, 1980).

3.4.3 Experimentos

Os experimentos foram realizados em três dias com um intervalo de uma semana entre eles, no período da tarde (entre 13 e 16 horas) e consistiu em: situação controle (CT), exercício contínuo (C) e exercício intermitente (I). Para a realização dos experimentos, os adolescentes receberam as seguintes orientações: não realizar atividade física intensa nas últimas 24 horas, jejum de 4

horas antes da coleta da linha de base e não ingerir alimentos ou bebidas que contivessem cafeína nos dias dos experimentos.

3.4.3.1. Análises anteriores aos experimentos

Antes da realização dos experimentos, os adolescentes foram submetidos às análises denominadas como linha de base (LB). Foram realizadas as coletas das variáveis hemodinâmicas (PAS, PAD e FC) e metabólicas (concentração de lactato e glicemia). O equipamento utilizado para as análises foram o lactímetro ACCUTREND Roche® e o glicosímetro ADVANTAGE ACCU-CHEK (Roche®). Foram utilizadas lancetas descartáveis (ROCHE®) e lancetador SOFTCLIX PRO (Roche®) para a realização de furo na ponta do dedo para a coleta de sangue. A Figura 8 apresenta os equipamentos utilizados durante a coleta das variáveis metabólicas.



Figura 8: Lactímetro ACCUTREND (Roche®), glicosímetro ADVANTAGE ACCU-CHEK (Roche®), lancetas descartáveis (Roche®) e lancetador SOFTCLIX PRO (Roche®).

Após a coleta das variáveis hemodinâmicas e metabólicas, foi realizada a análise das variáveis de trocas gasosas, na qual, os adolescentes foram

acomodados em uma maca, em ambiente termicamente estável, com iluminação e ruídos controlados. Foi acoplada uma máscara para a coleta de gases respiratórios, foi adotado o pneumotacógrafo tamanho médio e os indivíduos permaneceram em repouso por 30 minutos, sendo os primeiros 15 minutos utilizados para a adaptação e a média dos 15 minutos finais para a análise. A Figura 9 apresenta um adolescente momentos antes e durante a realização da análise de trocas gasosas na linha de base.



Figura 9: Adolescente momentos antes e durante a realização da análise de trocas gasosas na linha de base.

3.4.3.2. Fornecimento de carboidratos antes dos experimentos

Com a finalidade de tornar as condições de mobilização de substratos energéticos similar entre os três experimentos e os grupos, foi solicitado o jejum de quatro horas e foi fornecido, trinta minutos antes do início da situação controle e exercícios físicos, uma solução de maltodextrina diluída em 10% de água, de forma a fornecer um grama de carboidrato para cada quilograma de peso corporal (ACSM, ADA & DC, 2000; SAPATA et al., 2006).

3.4.3.3 Variáveis coletadas durante os experimentos

Durante os experimentos, foram coletadas as variáveis de trocas gasosas durante trinta minutos, adotando-se o pneumotacógrafo tamanho médio e as variáveis hemodinâmicas, metabólicas e percepção de esforço, foram registradas nos seguintes tempos: repouso (0), 30s (1D), 11min (2D), 21min30s (3D) e 28min30s (4D). Esses tempos foram determinados para que fosse possível analisar o comportamento dessas variáveis durante os experimentos. Foi adotado o tempo de trinta minutos durante os experimentos baseado nas recomendações do AHA (PATE et al., 2006) e do ACSM (1995). A Figura 10 apresenta um adolescente durante a coleta de sangue da ponta de dedo para análise de lactato e glicemia durante os experimentos.



Figura 10: Adolescente durante a coleta de sangue da ponta de dedo para análise de lactato e glicemia durante os experimentos.

3.4.3.5 Variáveis coletadas após os experimentos

Após a realização dos experimentos, os sujeitos foram acomodados na posição sentada sem retirar bocais de análise de trocas gasosas. Foram realizadas a coleta das variáveis de trocas gasosas durante trinta minutos e das variáveis hemodinâmicas e metabólicas nos seguintes tempos: 3min (1A), 9min (2A), 18min (3A) e 27min (4A). Esses tempos foram determinados para acompanhar o comportamento dessas variáveis no processo do EPOC.

Para o cálculo do gasto energético dos experimentos foi adotado a conversão de 5kcal (quilocalorias) para cada litro de oxigênio consumido (DE ZUNTZ, 1901 Apud McARDLE et al., 2003).

O tempo de trinta minutos de EPOC foi adotado devido experiência anterior do Laboratório do Movimento Humano da USJT, na qual não se observou o

componente lento do EPOC (MELO et al., 2006). A figura 11 apresenta os adolescentes durante a análise de trocas gasosas e ausculta da pressão arterial após a realização do experimento.



Figura 11: Adolescentes durante a análise de trocas gasosas e ausculta da pressão arterial após a realização dos experimentos.

3.4.3.4 Descrição dos experimentos

Situação controle (CT)

Nesta situação, os adolescentes não pedalarão, apenas permanecerão sentados no cicloergômetro com os pés apoiados no pedal. Foram seguidos todos os procedimentos das coletas descritas nos itens 3.4.3.3 e 3.4.4 (durante e após os experimentos, respectivamente). A figura 12 apresenta um adolescente durante a situação controle.



Figura 12: Adolescente durante a situação controle (sem a realização de exercício físico).

Exercício físico contínuo (EC)

Os sujeitos realizaram exercício físico no cicloergômetro na intensidade da referente à frequência cardíaca do limiar 1, durante trinta minutos e foram seguidos todos os procedimentos das coletas descritas nos itens 3.4.3.3 e 3.4.4 (durante e após os experimentos, respectivamente). A figura 13 apresenta um adolescente durante a realização de exercício físico contínuo.



Figura 13: Adolescente durante a realização de exercício físico contínuo.

Exercício físico intermitente (EI)

Os sujeitos realizaram o exercício intermitente que consistiu em nove períodos de esforço com duração de trinta segundos referentes à frequência cardíaca do limiar 2, seguido de uma recuperação ativa pedalando contra uma resistência 37W. Cabe ressaltar que a carga da recuperação ativa foi determinada previamente e consistiu em uma carga leve que permitisse o controle do movimento. O tempo total de esforço foi de 4min 30s e a recuperação totalizou 25min 30s. Foram seguidos todos os procedimentos das coletas descritas nos

itens 3.4.3.3 e 3.4.4 (durante e após os experimentos, respectivamente). A figura 14 apresenta um adolescente durante a realização do exercício físico intermitente.



Figura 14: Adolescente durante a realização do exercício físico intermitente.

3.4.3.6 Controle das condições experimentais

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram controladas, pois o controle de ambas parece ser um importante elemento de padronização. O ambiente foi controlado para a seguinte situação: neutralidade térmica (22 a 23°C, 55 a 60% de umidade).

3.4.4. Aspectos éticos

Todos os sujeitos e seus respectivos responsáveis foram informados que a Universidade São Judas Tadeu é dotada de ambulatório médico, para eventuais emergências e que todos os materiais perfurocortantes (agulhas e lancetas), fitas (lactato e glicemia) e materiais utilizados nas coletas de material biológico são estéreis, descartáveis e descartados em local apropriado.

Os responsáveis pelos voluntários, após tomarem ciência dos procedimentos, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE- Anexo 4) e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu (COEP) sob o número de protocolo 088/2005 (Anexo 5).

3.4.5 Análise dos dados

Os dados estão apresentados sob a forma de média e desvio padrão. Todas variáveis seguiram uma distribuição normal, constatadas pelo teste de Shapiro-Wilk, e atenderam o pressuposto da homogeneidade das variâncias e esferecidade. Os dados foram comparados por teste t-student independente e análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, seguido de teste de Bonferroni como post-hoc. Algumas variáveis foram submetidas à análise de correlação (Pearson). Foi fixado o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). O software estatístico utilizado para a análise dos dados foi o SPSS (Statistical Package for the Social Science) versão 13.0.

4 RESULTADOS

4.1 Características da amostra

4.1.1. Características de composição corporal e dados bioquímicos

A amostra foi composta por adolescentes do sexo masculino que se encontravam no estágio do desenvolvimento puberal caracterizado como pós-púbere. Foram avaliados 11 adolescentes EU ($16,8 \pm 1,1$ anos) e 12 OB ($15,5 \pm 0,8$ anos).

As Tabelas 1 e 2 apresentam as variáveis antropométricas e de composição corporal e as Tabelas 3 e 4 apresentam as variáveis dos lipídeos plasmáticos e das hematológicas nos grupos estudados.

Tabela 1 –Variáveis antropométricas nos grupos estudados.

Variável	Grupos		Classificação percentilar		Diferença estatística
	EU (n=11)	OB (n=12)	EU	OB	Valor de p
Massa corporal ¹ (kg)	$64,7 \pm 8,8$	$91,6 \pm 13,1$	P50	P97	0,00
Estatura ¹ (cm)	$173,4 \pm 4,6$	$170,0 \pm 6,8$	P25	P50	0,18
IMC ²	$21,6 \pm 2,8$	$31,6 \pm 3,4$	P50	P95	0,00
Circunferência da Cintura ³ (cm)	$75,6 \pm 8,9$	$102,6 \pm 9,0$	<P80	>P80	0,00
Dobra Tríceps ² (mm)	$6,3 \pm 2,2$	$22,0 \pm 5,6$	P10	P90	0,00
Dobra Subescapular ² (mm)	$8,9 \pm 3,4$	$32,8 \pm 9,5$	P5	P90	0,00

Valores apresentados sob forma de média \pm desvio padrão; teste t ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; IMC= índice de massa corporal; 1 – Percentil proposto pelo CDC (2004); 2 – Percentil proposto pela WHO (1995); 3 – Taylor et al. (2000) propõem como ponto de corte valores acima do P80.

Com exceção da variável estatura, todas as demais variáveis antropométricas foram maiores no grupo OB.

Tabela 2 –Variáveis de composição corporal nos grupos estudados.

Variável	Grupos		Classificação percentilar		Diferença estatística
	EU (n=11)	OB (n=12)	EU	OB	Valor de p
Massa Magra Corporal ¹ (kg)	56,1 ± 6,1	63,0 ± 9,5	P25	P50	0,05
Massa Magra Corporal (%)	86,6 ± 5,8	68,8 ± 3,9	ND	ND	0,00
Massa Gorda Corporal ¹ (kg)	8,5 ± 4,1	28,6 ± 5,6	P25	P95	0,00
Massa Gorda Corporal ¹ (%)	12,8 ± 4,7	31,2 ± 3,9	P25	P95	0,00
Água Corporal Total (L)	40,1 ± 4,7	44,4 ± 7,7	ND	ND	0,13

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; teste t ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; 1 – Percentil comparativo à população proposta por Pichard et al. (2000).

Com relação às variáveis de composição corporal, exceto a água corporal total, as demais foram maiores no grupo OB.

Tabela 3 – Variáveis dos lipídeos plasmáticos nos grupos estudados.

Variável	Grupos		Diferença estatística	Valores de Referência
	EU (n=11)	OB (n=12)	Valor de p	
Colesterol total (mg.dL ⁻¹)	153 ± 21	150 ± 54	0,84	Ótimo: < 200 (mg.dL ⁻¹) Limítrofe: 200 – 239 (mg.dL ⁻¹) Alto: > 240 (mg.dL ⁻¹)
HDL (mg.dL ⁻¹)	34 ± 7	29 ± 8	0,19	Baixo: < 40 (mg.dL ⁻¹) Intermediário: 40 – 60 (mg.dL ⁻¹) Alto: > 60 (mg.dL ⁻¹)
LDL (mg.dL ⁻¹)	109 ± 15	101 ± 47	0,55	Ótimo: < 100 (mg.dL ⁻¹) Desejável: 100 – 129 (mg.dL ⁻¹) Limítrofe: 130 – 159 (mg.dL ⁻¹) Alto: 160 – 189 (mg.dL ⁻¹) Muito alto: > 190 (mg.dL ⁻¹)
VLDL (mg.dL ⁻¹)	9,8 ± 1,7	19,7 ± 7,3	0,00	10 – 50 (mg.dL ⁻¹)
TAG (mg.dL ⁻¹)	49 ± 9	99 ± 38	0,00	Ótimo: < 150 (mg.dL ⁻¹) Limítrofe: 150 – 200 (mg.dL ⁻¹) Alto: 201 – 499 (mg.dL ⁻¹) Muito alto: > 500 (mg.dL ⁻¹)

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; teste t ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; LDL= lipoproteínas de baixa densidade; HDL= lipoproteínas de alta densidade; VLDL= lipoproteínas de muito baixa densidade; TAG= triacilglicerol. Valores de referência: American Diabetes Association – Critério III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de prevenção de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2001; 77: supl.III.

Na comparação das variáveis de lipídeos plasmáticos entre os grupos, o VLDL e o TAG foi maior no grupo OB.

Tabela 4 –Variáveis hematológicas nos grupos estudados.

Variável	Grupos		Diferença estatística	Valores de referência
	EU (n=11)	OB (n=12)	Valor de p	
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	14,8 ± 0,8	15,1 ± 1,4	0,51	13,5 - 17,5 (g.dL ⁻¹)
Hematócrito (%)	46,8 ± 3,6	44,9 ± 4,4	0,29	39 – 50 (%)
VCM (μ3)	89,3 ± 7,6	81,6 ± 4,0	0,01	81 – 95 (μ3)
Leucócitos (n/mm ³)	5900 ± 1104	7792 ± 2431	0,03	4500 – 11000 (n/mm ³)
Neutrófilos (% /mm ³)	63,8 ± 6,9	57,6 ± 13,3	0,20	43 – 69 (% /mm ³)
Neutrófilos (n/mm ³)	3878 ± 876	4530 ± 1785	0,24	1935 – 7590 (n/mm ³)
Linfócito (n/mm ³)	1703 ± 396	2504 ± 938	0,02	1125 – 3850 (n/mm ³)
Linfócito (%/mm ³)	29,20 ± 6,88	33,08 ± 12,18	0,36	25 – 35 (%/mm ³)
Plaquetas (n/mm ³)	305000 ± 63000	310000 ± 71000	0,86	150000 – 400000 (n/mm ³)

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; teste t ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; VCM= volume corpuscular médio. Valores de referência: American Diabetes Association – Critério III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de prevenção de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2001; 77: supl.III.

Nas variáveis hematológicas, verificou-se no grupo EU maior volume corpuscular médio (VCM) e no grupo OB maior contagem de leucócitos e linfócitos. Também observou-se uma correlação positiva e significativa entre a circunferência da cintura e os valores de leucócitos ($r= 0,63$; $p= 0,00$).

4.1.2. Valores relativos ao consumo de oxigênio em repouso e ao teste de potência aeróbia

A taxa metabólica de repouso em valores absolutos foi de 1104 ± 391 Kcal/dia no grupo EU e de 1489 ± 282 Kcal/dia no grupo OB ($p= 0,01$). Esses

valores se correlacionaram positiva e significativamente com a massa corporal ($r=0,62$; $p=0,00$), massa magra em Kg ($r=0,47$; $p=0,02$) e com a gordura corporal, em Kg e em % ($r=0,61$; $p=0,00$ e $r=0,56$; $p=0,01$, respectivamente). Não foi observada diferença significativa entre os grupos quando a TMR foi ajustada pela massa corporal e massa magra (kg) (EU= $17,03 \pm 5,07$ Kcal.kg MC-1.dia-1 e OB= $16,37 \pm 2,92$ Kcal.kg MC-1.dia-1, $p=0,70$ e EU= $19,57 \pm 5,90$ Kcal.kg MM-1.dia-1 e OB= $23,97 \pm 5,11$ Kcal.kg MM-1.dia-1; $p=0,69$; respectivamente). Entretanto, quando a TMR foi ajustada pela massa gorda, foi observado diferença significativa entre os grupos (EU= 149 ± 63 Kcal.kg MG-1.dia-1 e OB= 53 ± 8 Kcal.kg MG-1.dia-1; $p=0,00$).

A Tabela 5 apresenta as variáveis do teste de potência aeróbia. Cabe destacar que, antes da realização do teste, não foram observadas diferenças significativas na FC, PAS e PAD entre os grupos ($p=0,67$; $p=0,91$; $p=1,00$).

Tabela 5 –Variáveis analisadas durante o teste de potência aeróbia.

Variável	Grupos		Diferença estatística	
	EU (n=11)	OB (n= 12)	Valor de p	
Limiar 1	VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	27,46 ± 4,88	21,07 ± 5,25	0,01
	VO ₂ (L.min ⁻¹)	1,78 ± 0,40	1,90 ± 0,41	0,49
	VCO ₂ (L.min ⁻¹)	1,54 ± 0,33	1,72 ± 0,39	0,23
	VE (L.min ⁻¹)	31,74 ± 5,81	36,23 ± 6,32	0,09
	RQ	0,87 ± 0,07	0,91 ± 0,07	0,14
	FC (bpm)	139 ± 10	141 ± 13	0,71
	Potência (W)	118 ± 16	118 ± 25	0,98
Limiar 2	VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	36,89 ± 6,89	27,44 ± 7,22	0,00
	VO ₂ (L.min ⁻¹)	2,36 ± 0,42	2,49 ± 0,67	0,61
	VCO ₂ (L.min ⁻¹)	2,35 ± 0,46	2,36 ± 0,59	0,95
	VE	48,66 ± 7,63	48,59 ± 10,53	0,98
	RQ	0,99 ± 0,08	0,95 ± 0,05	0,22
	FC (bpm)	167 ± 10	160 ± 13	0,18
	Potência (W)	167 ± 26	156 ± 36	0,41
Pico	VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	50,82 ± 6,73	38,43 ± 8,18	0,00
	VO ₂ (L.min ⁻¹)	3,27 ± 0,50	3,52 ± 0,88	0,42
	VCO ₂ (L.min ⁻¹)	3,57 ± 0,68	3,82 ± 0,89	0,46
	VE (L.min ⁻¹)	76,09 ± 8,54	82,47 ± 14,19	0,21
	RQ	1,11 ± 0,08	1,09 ± 0,09	0,65
	FC (bpm)	188 ± 9	187 ± 14	0,78
	Potência (W)	214 ± 33	207 ± 36	0,65

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; teste t (p≤0,05); EU= indivíduos classificados como eutróficos;

OB= indivíduos classificados como obesos.

Como pode-se observar, o grupo EU apresentou valores maiores que OB somente no VO_2 relativo, nos três momentos: limiar 1, limiar 2 e pico. O VO_{2pico} ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) apresentou correlação positiva e significativa com a massa magra corporal relativa ($r= 0,66$; $p= 0,00$) e correlação negativa e significativa com a massa gorda absoluta e relativa ($r= -0,65$; $p= 0,00$ e $r= -0,66$; $p= 0,00$). Também foi observada uma correlação positiva e significativa entre o VO_2 ($L.min^{-1}$) com a massa magra corporal absoluta ($r= 0,58$; $p= 0,00$) e com o IPAC ($r= 0,65$; $p= 0,00$).

4.1.3 Variáveis analisadas na linha de base (LB) dos experimentos

Os dados da linha de base controle, contínuo e intermitente estão apresentados na Tabela 6, e observa-se que não houve diferenças significativas entre os três dias. Já na comparação entre os grupos, o OB apresentou maior concentração de lactato em todos os dias, maior glicemia na LB contínuo, maior PAD na LB controle e contínuo e maior PAS na LB controle. O VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) foi maior no grupo EU na LB contínuo e intermitente.

Tabela 6 – Variáveis metabólicas, hemodinâmicas e de trocas gasosas na linha de base (LB)

Variável	Linha de Base				Diferença estatística (valor de p)		
	Grupo	Situação Controle	Exercício Contínuo	Exercício Intermitente	Linha de Base	Grupo	Interação
Lactato (mmol.L ⁻¹)	EU	2,7 ± 0,9*	2,9 ± 1,1*	2,7 ± 1,0*	0,33	0,00	0,36
	OB	4,4 ± 1,6	5,2 ± 2,1	6,0 ± 2,5			
Glicemia (mg.dL ⁻¹)	EU	113 ± 11	97 ± 16*	106 ± 16	0,15	0,29	0,03
	OB	108 ± 7	110 ± 7	108 ± 6			
FC (bpm)	EU	76 ± 7	78 ± 13	77 ± 8	0,70	0,57	0,50
	OB	82 ± 13	78 ± 11	77 ± 12			
PAS (mmhg)	EU	107 ± 3*	106 ± 6	108 ± 4	0,11	0,11	0,11
	OB	111 ± 5	108 ± 4	110 ± 6			
PAD (mmhg)	EU	67 ± 4*	66 ± 4*	70 ± 3	0,63	0,00	0,03
	OB	73 ± 5	74 ± 4	72 ± 5			
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	EU	9,62 ± 3,88	8,71 ± 3,33*	11,86 ± 3,55*	0,11	0,00	0,47
	OB	7,58 ± 2,90	6,00 ± 2,63	7,31 ± 3,35			
VO ₂ (L.min ⁻¹)	EU	0,62 ± 0,26	0,56 ± 0,17	0,75 ± 0,19	0,17	0,79	0,61
	OB	0,68 ± 0,24	0,55 ± 0,25	0,65 ± 0,27			
VE (L.min ⁻¹)	EU	12,30 ± 3,99	11,36 ± 3,41	15,22 ± 2,59	0,13	0,69	0,42
	OB	13,97 ± 4,09	11,02 ± 4,82	13,05 ± 5,47			
RQ	EU	0,88 ± 0,08	0,87 ± 0,08	0,82 ± 0,07	0,55	0,59	0,15
	OB	0,86 ± 0,08	0,87 ± 0,08	0,88 ± 0,06			
GE (Kcal.min ⁻¹)	EU	3,11 ± 1,30	2,78 ± 0,87	3,75 ± 0,96	0,17	0,79	0,61
	OB	3,42 ± 1,18	2,76 ± 1,26	3,27 ± 1,35			

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; Anova MR (p ≤ 0,05); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; GE= gasto energético. (*)= diferença entre os grupos (OB x EU); letras diferentes representam diferenças significativas entre a linha de base (situação controle x exercício contínuo x exercício intermitente).

4.2 Variáveis analisadas durante os experimentos

4.2.1 Variáveis de potência média, trocas gasosas e de gasto energético durante os experimentos

A potência média durante a realização do exercício intermitente (períodos de esforço) foi maior em relação ao exercício contínuo (Contínuo: EU= 81 ± 18 W; OB= 96 ± 26 W; Intermitente: EU= 220 ± 36 W; OB= 200 ± 59 W; $p= 0,00$) e não foram observadas diferenças significativas ($p= 0,89$) na comparação entre os grupos. As variáveis de trocas gasosas e de gasto energético durante os experimentos estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Variáveis de trocas gasosas e de gasto energético durante os experimentos.

Variável	Experimentos (30 min)			Diferença estatística (valor de p)			
	Grupo	Situação Controle	Exercício Contínuo	Exercício Intermitente	E	G	I
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	EU	5,45 ± 1,22 ^{a*}	21,90 ± 4,10 ^{b*}	20,00 ± 0,76 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	4,14 ± 1,58	17,96 ± 3,91	13,52 ± 2,98			
VO ₂ (L.min ⁻¹)	EU	0,36 ± 0,10 ^a	1,42 ± 0,32 ^b	1,30 ± 0,19 ^c	0,00	0,55	0,57
	OB	0,37 ± 0,14	1,63 ± 0,37	1,24 ± 0,29			
VE (L.min ⁻¹)	EU	10,15 ± 2,56 ^a	31,51 ± 5,42 ^b	35,99 ± 4,91 ^b	0,00	0,93	0,01
	OB	10,99 ± 2,68	34,91 ± 7,90	31,19 ± 8,53			
GE (Kcal.min ⁻¹)	EU	1,78 ± 0,51 ^a	7,10 ± 1,63 ^b	6,51 ± 0,96 ^c	0,00	0,55	0,06
	OB	1,88 ± 0,69	8,17 ± 1,84	6,19 ± 1,43			
GE30 (Kcal.30min)	EU	54 ± 15 ^a	213 ± 49 ^b	196 ± 29 ^c	0,00	0,54	0,04
	OB	57 ± 21	245 ± 55	186 ± 43			
GE30.kg ⁻¹ (Kcal.30min.kg ⁻¹)	EU	0,82 ± 0,19 ^{a*}	3,27 ± 0,59 ^{b*}	3,00 ± 0,13 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	0,62 ± 0,24	2,69 ± 0,59	2,03 ± 0,45			

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; Anova de Medidas Repetidas ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; GE= gasto energético; GE30= gasto energético durante trinta minutos; GE30.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 30 minutos; E= experimentos; G= grupo; I= interação. (*)= diferença entre os grupos (OB x EU); letras diferentes representam diferenças significativas entre os experimentos (situação controle x exercício contínuo x exercício intermitente).

As variáveis de trocas gasosas e de gasto energético apresentaram diferenças significativas entre os experimentos, exceto a ventilação entre os dois métodos de exercício. Entre os grupos, verificou-se diferença somente no consumo de oxigênio e gasto energético relativo (kg de massa corporal).

4.2.2 Variáveis de consumo de oxigênio (VO_2), ventilação (VE) e quociente respiratório (QR) durante os experimentos

Para a análise do VO_2 e VE durante os três experimentos, foi realizado o cálculo da média a cada 5min nos seguintes tempos: 5min, 10min, 15min, 20min, 25min e 30min. O consumo de oxigênio absoluto e relativo e a ventilação foram menor durante a situação controle em relação aos dois métodos de exercício em todos os tempos (todos os valores de $p= 0,00$).

O VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) foi maior durante o exercício contínuo em relação ao intermitente, exceto no tempo 5min ($p=0,08$). O grupo EU apresentou maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) durante a situação controle nos tempos 15min, 25min e 30min ($p= 0,04$; $p= 0,04$; $p= 0,01$; respectivamente), durante o exercício contínuo nos tempos 10min, 25min e 30min ($p= 0,05$; $p= 0,05$; $p= 0,05$; respectivamente) e durante o exercício intermitente em todos os tempos (todos os valores de $p= 0,00$).

O exercício contínuo apresentou maior VO_2 ($L.min^{-1}$) em relação ao intermitente em todos os tempos (5min $p= 0,00$; 10min $p= 0,00$; 15min $p= 0,00$; 20min $p= 0,02$; 25min $p= 0,00$; 30min $p= 0,01$).

Os dois métodos de exercício não apresentaram diferenças significativas na VE ($L.min^{-1}$) em todos os tempos (5min $p= 0,21$; 10min $p= 0,69$; 15min $p= 1,00$; 20min $p=0,14$; 25min $p= 1,00$; 30min $p=0,62$). O grupo EU apresentou maior VE nos tempos 20min e 25min ($p= 0,01$ e $0,05$). As Figuras 15 - 17 apresentam o comportamento do VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$), VO_2 ($L.min^{-1}$) e da VE ($L.min^{-1}$) durante os três experimentos.

O QR foi analisado baseado na média durante trinta minutos e foi observado maior valor durante o exercício intermitente em relação ao exercício contínuo e à situação controle ($p= 0,04$ e $p= 0,00$). Durante o exercício contínuo, o QR não foi diferente em relação à situação controle ($p= 0,09$). Não foram observadas diferenças significativas no QR entre os grupos OB e EU durante os três experimentos ($p= 0,52$). A Figura 18 apresenta o comportamento do QR durante os três experimentos (média a cada minuto).

4.2.3 Variáveis hemodinâmicas e metabólicas durante os experimentos

As variáveis analisadas durante os experimentos estão descritas nas Figuras 19 - 22. É importante destacar que os tempos durante o exercício são descritos como: repouso, 1D, 2D, 3D e 4D que correspondem respectivamente aos tempos: zero, 30s, 11min, 21min 30s e 28min 30s.

No tempo zero não foram observadas diferenças significativas entre os três experimentos na FC, PAS, PAD, concentração de lactato e glicemia. O grupo OB apresentou maior PAD e maior concentração de lactato na situação controle ($p= 0,05$ e $p= 0,01$, respectivamente).

A concentração de lactato foi maior durante o exercício intermitente, comparativamente à situação controle, em todos os tempos (1D $p= 0,01$; 2D $p= 0,00$; 3D $p= 0,00$; 4D $p=0,00$). O exercício contínuo elevou a concentração de lactato comparativamente à situação controle somente nos tempos 1D e 2D ($p= 0,02$ e $p= 0,01$); a partir do tempo 2D essa concentração foi maior durante o exercício intermitente em relação ao contínuo (1D $p= 0,71$; 2D $p= 0,00$; 3D $p=$

0,00; 4D $p= 0,00$). O grupo OB apresentou maior concentração de lactato durante a situação controle em todos os tempos (1D $p= 0,02$; 2D $p= 0,05$; 3D $p= 0,00$; 4D $p= 0,02$), e somente no tempo 4D do exercício contínuo ($p= 0,02$).

A glicemia foi maior na situação controle em relação ao exercício contínuo a partir do tempo 2D (1D $p= 0,08$; 2D $p= 0,00$; 3D $p= 0,00$; 4D $p= 0,00$) e em relação ao exercício intermitente em todos os tempos (1D $p= 0,01$; 2D $p= 0,00$; 3D $p= 0,00$; 4D $p= 0,00$), e foi maior que o exercício contínuo somente no tempo 4D ($p= 0,018$). Ainda, a glicemia não foi diferente entre OB e EU em nenhum tempo (1D $p= 0,40$; 2D $p= 0,19$; 3D $p= 0,15$; 4D $p= 0,24$).

Em todos os tempos, a FC e a PAS foram menores durante a situação controle, comparativamente aos dois métodos de exercício ($p= 0,00$ em todos os tempos, para ambas as variáveis). No tempo 1D, não foi observada diferença na FC entre os dois métodos de exercício ($p= 1,00$). A partir do tempo 2D a FC durante o exercício intermitente foi maior em relação ao contínuo ($p= 0,00$ em todas as comparações). O grupo EU apresentou maior FC a partir do tempo 2D durante o exercício intermitente (1D $p= 0,34$; 2D $p= 0,04$; 3D $p= 0,02$; 4D $p= 0,02$). No tempo 4D, o exercício intermitente elevou significativamente a PAS em relação ao contínuo ($p= 0,02$). O grupo EU, durante o exercício intermitente, apresentou maior PAS a partir do tempo 2D (1D $p= 0,79$; 2D $p= 0,05$; 3D $p= 0,03$; 4D $p= 0,01$).

Não foi observada diferença significativa na PAD entre os dois métodos de exercício em todos os tempos (1D $p= 0,48$; 2D $p= 1,00$; 3D $p= 0,07$; 4D $p= 1,00$). Durante o exercício contínuo, a PAD foi maior em relação a situação controle, exceto no tempo 3D (1D $p= 0,02$; 2D $p= 0,01$; 3D $p= 0,07$; 4D $p= 0,01$). O exercício intermitente promoveu maior PAD nos tempos 2D e 4D em relação à

situação controle (2D $p= 0,04$ e 4D $p= 0,01$). A PAD do grupo OB foi maior durante a situação controle, exceto no tempo 1D (1D $p= 0,43$; 2D $p= 0,05$; 3D $p= 0,03$; 4D $p= 0,01$). O grupo EU apresentou maior PAD nos tempos 3D e 4D durante o exercício intermitente (3D $p= 0,05$ e 4D $p= 0,01$).

4.3 Variáveis analisadas após os experimentos

4.3.1 Variáveis de gasto energético após os experimentos

Os valores absolutos do gasto energético durante e após os experimentos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores absolutos do gasto energético durante e após os experimentos.

Variável	Experimentos (30 min) + EPOC				Diferença estatística (valor de p)		
	Grupo	Situação Controle	Exercício Contínuo	Exercício Intermitente	E	G	I
GE31min (kcal.31min)	EU	56 ± 16 ^a	218 ± 49 ^b	203 ± 31 ^c	0,00	0,56	0,03
	OB	59 ± 21	252 ± 57	192 ± 46			
GE32min (kcal.32min)	EU	58 ± 17 ^a	221 ± 49 ^b	208 ± 32 ^c	0,00	0,55	0,03
	OB	61 ± 22	255 ± 58	197 ± 47			
GE33min (kcal.33min)	EU	60 ± 17 ^a	222 ± 49 ^b	211 ± 33 ^c	0,00	0,56	0,03
	OB	63 ± 23	257 ± 58	200 ± 49			
GE34min (kcal.34min)	EU	63 ± 17 ^a	225 ± 50 ^b	214 ± 34 ^c	0,00	0,57	0,03
	OB	65 ± 24	260 ± 58	203 ± 50			
GE35min (kcal.35min)	EU	65 ± 18 ^a	226 ± 50 ^b	216 ± 34 ^c	0,00	0,57	0,03
	OB	67 ± 24	261 ± 59	205 ± 50			
GE60min (kcal.60min)	EU	125 ± 32 ^a	278 ± 69 ^b	257 ± 47 ^c	0,00	0,64	0,48
	OB	126 ± 46	305 ± 70	257 ± 66			

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; Anova de Medidas Repetidas ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; GE31= gasto energético absoluto durante 31 minutos; GE32= gasto energético absoluto durante 32 minutos; GE33= gasto energético absoluto durante 33 minutos; GE34= gasto energético absoluto durante 34 minutos; GE35= gasto energético absoluto durante 35 minutos; GE60= gasto energético absoluto durante 60 minutos; E= experimentos; G= grupo; I= interação. (*)= diferença entre os grupos (OB x EU); letras diferentes representam diferenças significativas entre os experimentos (situação controle x exercício contínuo x exercício intermitente).

O gasto energético dos experimentos somados ao EPOC em valores absolutos foram diferentes entre os três experimentos e não apresentaram diferenças significativas entre os grupos. A Tabela 9 apresenta os valores relativos (kg massa corporal) do gasto energético durante e após os experimentos.

Tabela 9 – Valores relativos (kg massa corporal) do gasto energético durante e após os experimentos.

Variável	Experimentos (30 min) + EPOC				Diferença estatística (valor de p)		
	Grupo	Situação Controle	Exercício Contínuo	Exercício Intermitente	E	G	I
GE31min.kg ⁻¹ (kcal.31min.kg ⁻¹)	EU	0,86 ± 0,19 ^{a*}	3,35 ± 0,61 ^{b*}	3,12 ± 0,15 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	0,65 ± 0,25	2,77 ± 0,60	2,10 ± 0,47			
GE32min.kg ⁻¹ (kcal.32min.kg ⁻¹)	EU	0,89 ± 0,20 ^{a*}	3,40 ± 0,63 ^{b*}	3,19 ± 0,17 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	0,67 ± 0,25	2,80 ± 0,61	2,15 ± 0,48			
GE33min.kg ⁻¹ (kcal.33min.kg ⁻¹)	EU	0,93 ± 0,21 ^{a*}	3,43 ± 0,64 ^{b*}	3,24 ± 0,17 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	0,69 ± 0,26	2,83 ± 0,62	2,19 ± 0,50			
GE34min.kg ⁻¹ (kcal.34min.kg ⁻¹)	EU	0,96 ± 0,22 ^{a*}	3,46 ± 0,65 ^{b*}	3,28 ± 0,18 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	0,72 ± 0,27	2,85 ± 0,62	2,22 ± 0,50			
GE35min.kg ⁻¹ (kcal.35min.kg ⁻¹)	EU	1,00 ± 0,22 ^{a*}	3,49 ± 0,66 ^{b*}	3,32 ± 0,18 ^{c*}	0,00	0,00	0,00
	OB	0,74 ± 0,28	2,87 ± 0,63	2,24 ± 0,51			
GE60min.kg ⁻¹ (kcal.60min.kg ⁻¹)	EU	1,92 ± 0,44 ^{a*}	4,29 ± 1,05 ^{b*}	3,94 ± 0,29 ^{b*}	0,00	0,00	0,19
	OB	1,39 ± 0,52	3,34 ± 0,74	2,81 ± 0,68			

Valores apresentados sob forma de média ± desvio padrão; Anova de Medidas Repetidas ($p \leq 0,05$); EU= indivíduos classificados como eutróficos; OB= indivíduos classificados como obesos; GE31.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 31 minutos; GE32.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 32 minutos; GE33.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 33 minutos; GE34.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 34 minutos; GE35.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 35 minutos; GE60.kg⁻¹= gasto energético relativo durante 60 minutos; E= experimentos; G= grupo; I= interação. (*)= diferença entre os grupos (OB x EU); letras diferentes representam diferenças significativas entre os experimentos (situação controle x exercício contínuo x exercício intermitente).

O gasto energético relativo (kg massa corporal) analisado a cada minuto, referente à trinta minutos durante os experimentos somados ao EPOC até o quinto minuto, apresentou diferenças significativas entre os experimentos. No entanto,

não foram observadas diferenças significativas entre os dois métodos de exercício no gasto energético relativo durante 60 minutos (30min exercício + 30min EPOC). Na comparação entre os grupos, foi observado diferença significativa em todos os valores relativos.

4.3.2 Variáveis de consumo de oxigênio (VO_2), ventilação (VE) e quociente respiratório (QR) após os experimentos

As variáveis analisadas do VO_2 , VE e QR após os experimentos estão descritas nas Figuras 15 - 18. É importante assinalar que os tempos após os experimentos são descritos como 1min, 2min, 3min, 4min, 5min e 10min. Cabe ainda ressaltar que, embora tenham sido realizadas análises de trocas gasosas durante 30 minutos após a cada experimento, os gráficos apresentam apenas as leituras até o décimo minuto, uma vez que a partir do tempo 5 minutos, todos os valores referentes aos dois métodos de exercício não apresentaram diferença significativa em relação à situação controle e não foi observada diferença entre os grupos. A única variável que apresentou diferença em relação à situação controle na média referente à trinta minutos após os experimentos foi o QR após o exercício intermitente. Tal fato, também possibilitou a análise do QR baseado na média durante trinta minutos. A análise das variáveis (VO_2 , VE e QR) serão apresentadas a cada minuto (até o quinto minuto) e a média do sexto ao décimo minuto (10min).

No tempo 1min o VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) foi menor na situação controle comparativamente aos dois métodos de exercício e não apresentou diferença

significativa entre os exercícios ($p= 0,00$; $p= 0,00$; $p= 0,08$; respectivamente). O grupo EU apresentou maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) na situação controle e após exercício intermitente ($p=0,00$ e $p= 0,00$). O VO_2 ($L.min^{-1}$) foi menor na situação controle comparativamente aos dois métodos de exercício e não apresentou diferença significativa entre os exercícios ($p= 0,00$; $p=0,00$; $p= 0,14$; respectivamente). Após o exercício contínuo, o grupo OB apresentou maior VO_2 ($L.min^{-1}$) ($p= 0,05$). A VE foi menor na situação controle comparativamente aos dois métodos de exercício e maior após o exercício intermitente em relação ao contínuo ($p= 0,00$; $p= 0,00$; $p= 0,00$; respectivamente). O QR após a situação controle não apresentou diferença significativa em relação ao exercício contínuo ($p= 1,00$) e a situação controle e o exercício contínuo apresentaram menores valores do QR em relação ao exercício intermitente ($p= 0,00$; $p= 0,00$).

No tempo 2min após a situação controle, o VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$), VO_2 ($L.min^{-1}$), a VE e o RQ foram menores em relação aos dois métodos de exercício ($p= 0,02$; $p= 0,01$; $p= 0,00$; $p=0,00$ e $p= 0,00$; $p= 0,00$; $p= 0,00$; $p= 0,00$; respectivamente). Após o exercício intermitente verificou-se maiores valores no VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$), no VO_2 ($L.min^{-1}$), na VE e no QR em relação ao exercício contínuo ($p= 0,04$; $p= 0,03$; $p= 0,00$; $p= 0,01$; respectivamente). O grupo EU apresentou maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) após a situação controle e exercício intermitente e maior QR após o exercício intermitente ($p= 0,05$; $p=0,01$; $p= 0,00$; respectivamente).

No tempo 3min, o VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$), VO_2 ($L.min^{-1}$) e a VE não apresentaram diferenças significativas entre a situação controle e o exercício contínuo ($p= 1,00$; $p= 1,00$; $0,56$; respectivamente) e o exercício intermitente

promoveu maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$), VO_2 ($L.min^{-1}$) e VE em relação à situação controle e exercício contínuo ($p=0,00$; $p= 0,01$; $p= 0,00$ e $p= 0,01$; $p= 0,00$; $p= 0,00$; respectivamente). O QR após a situação controle foi menor em relação aos dois tipos de exercício ($p= 0,00$ e $p= 0,00$). Após o exercício contínuo o QR não apresentou diferença significativa em relação ao exercício intermitente ($p= 0,06$). O grupo EU apresentou maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) após a situação controle e o exercício intermitente ($p= 0,03$ e $p= 0,04$) e maior QR após o exercício intermitente ($p= 0,02$).

No tempo 4min, o VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) não apresentou diferenças significativas entre os três experimentos ($p= 0,12$) e o grupo EU apresentou maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) na situação controle e após o exercício intermitente ($p= 0,00$ e $p=0,02$). O VO_2 ($L.min^{-1}$) não houve diferença significativa entre os três experimentos ($p= 0,093$). A VE na situação controle não apresentou diferença em relação ao exercício contínuo e foi menor que o exercício intermitente ($p= 1,00$ e $p= 0,00$); por sua vez, o exercício intermitente foi maior que o exercício contínuo ($p= 0,00$). O QR na situação controle foi menor que os dois métodos de exercício ($p= 0,00$ e $p= 0,00$) e no exercício intermitente foi maior que o contínuo ($p= 0,02$). O grupo OB apresentou maior QR após o exercício contínuo e o grupo EU após o exercício intermitente ($0,04$ e $p= 0,03$).

No tempo 5min, o VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) não apresentou diferenças significativas entre os três experimentos ($p= 0,33$) e o grupo EU apresentou maior VO_2 que o OB nos três experimentos ($p= 0,01$; $p= 0,05$; $p= 0,00$). O VO_2 ($L.min^{-1}$) não foi diferente entre os três experimentos ($p= 0,24$). A VE não apresentou diferença significativa na situação controle em relação ao exercício contínuo ($p=$

1,00) e o exercício intermitente promoveu maior VE comparativamente ao exercício contínuo e à situação controle ($p= 0,01$ e $p= 0,01$). O QR foi maior após o exercício intermitente em relação à situação controle ($p= 0,00$) e, por sua vez, não houve diferença entre a situação controle e o exercício contínuo ($p= 0,10$), como também entre os dois métodos de exercício ($p= 0,06$).

No tempo 10min não foi observado diferença significativa entre os três experimentos nos valores do VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$), VO_2 ($L.min^{-1}$) e VE ($p= 0,19$; $p= 0,16$; $p= 0,12$; respectivamente). Entretanto, o grupo EU apresentou maior VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) após a situação controle e após o exercício intermitente ($p= 0,02$; $p= 0,02$).

A análise do QR, por meio da média de trinta minutos após os experimentos, foi maior após o exercício intermitente em relação à situação controle ($p= 0,04$). A situação controle não apresentou diferença significativa em relação ao exercício contínuo ($p= 0,08$) e não verificou-se diferenças significativas entre os grupos ($p= 0,97$).

4.3.3 Variáveis hemodinâmicas e metabólicas após os experimentos

O comportamento das variáveis hemodinâmicas e metabólicas analisadas após os experimentos estão descritas nas Figuras 19 - 22. É importante destacar que as coletas das variáveis hemodinâmicas e metabólicas após os experimentos foram realizadas nos seguintes tempos: 3min (1A), 9min (2A), 18min (3A) e 27min (4A). Esses tempos foram determinados para acompanhar o comportamento

dessas variáveis no processo do EPOC. Segue abaixo a análise de cada variável nos quatro tempos.

Após o exercício contínuo não foi observada diferença significativa na concentração de lactato em relação à situação controle em todos os tempos (1A $p= 0,57$; 2A $p= 1,00$; 3A $p= 0,18$; 4A $p= 1,00$); por sua vez, o exercício intermitente provocou uma concentração de lactato significativamente maior do que a situação controle e exercício contínuo em todos os tempos (1A $p= 0,00$; 2A $p= 0,00$; 3A $p= 0,00$; 4A $p= 0,01$ e 1A $p= 0,00$; 2A $p= 0,00$; 3A $p= 0,01$; 4A $p= 0,02$; respectivamente). O grupo OB apresentou maior concentração de lactato no tempo 1A após os três experimentos (CT1A $p= 0,00$; C1A $p= 0,02$; I1A $p= 0,01$); nos tempos 2A - 4A na situação controle e no exercício contínuo (2A $p= 0,00$; 3A $p= 0,00$; 4A $p= 0,00$ e 2A $p= 0,04$; 3A $p= 0,01$; 4A $p= 0,00$; respectivamente).

A glicemia foi menor após o exercício contínuo em relação à situação controle somente nos tempos 1A e 2A ($p= 0,00$ e $p= 0,02$); após o exercício intermitente foi menor em relação à situação controle nos tempos 1A – 3A ($p= 0,00$; $p= 0,00$; $p= 0,00$; respectivamente). O grupo OB apresentou maior glicemia após o exercício intermitente nos tempos 2A - 4A ($p= 0,03$; $p= 0,01$; $p= 0,00$; respectivamente) e após a situação controle no tempo 3A ($p= 0,04$).

Após o exercício intermitente, a FC foi maior que o exercício contínuo e a situação controle ($p= 0,00$ em todos os tempos) e após o exercício contínuo foi maior em relação à situação controle em todos os tempos (1A $p= 0,00$; 2A $p= 0,00$; 3A $p= 0,00$; 4A $p= 0,00$). O grupo EU apresentou maior FC somente no primeiro tempo após o exercício intermitente ($p= 0,00$).

A PAS foi maior após o exercício contínuo em relação à situação controle no tempo 1A ($p= 0,000$); não apresentou diferença nos tempos 2A e 3A ($p= 0,08$ e $p= 0,08$) e foi menor no tempo 4A ($p= 0,02$). Após o exercício intermitente a PAS foi maior em relação à situação controle nos tempos 1A e 2A ($p= 0,00$; $p= 0,02$) e não verificou-se diferença em relação ao exercício contínuo (1A $p= 0,18$; 2A $p= 0,40$; 3A $p= 0,08$; 4A $p= 0,08$). O grupo EU apresentou maior PAS somente no tempo 1A após o exercício intermitente ($p= 0,01$).

Nos tempos 1A e 2A não observou-se diferenças significativas na PAD entre os três experimentos ($p= 0,82$ e $p= 0,45$). A PAD nos tempos 3A e 4A foram menores após o exercício contínuo em relação à situação controle ($p= 0,00$ e $p= 0,00$) e não foi observada diferença significativa entre o exercício intermitente e a situação controle ($p= 1,00$ e $p= 0,13$). Após o exercício intermitente, a PAD foi maior em relação ao exercício contínuo no tempo 3A ($p= 0,03$).

O grupo OB apresentou maior PAD em todos os tempos após a situação controle (1A $p= 0,00$; 2A $p= 0,01$; 3A $p= 0,00$; 4A $p= 0,00$), no exercício contínuo apresentou maiores valores a partir do tempo 2A (1A $p= 0,44$; 2A $p= 0,01$; 3A $p= 0,05$; 4A $p= 0,01$) e após o exercício intermitente foi maior somente no tempo 3A ($p= 0,05$).

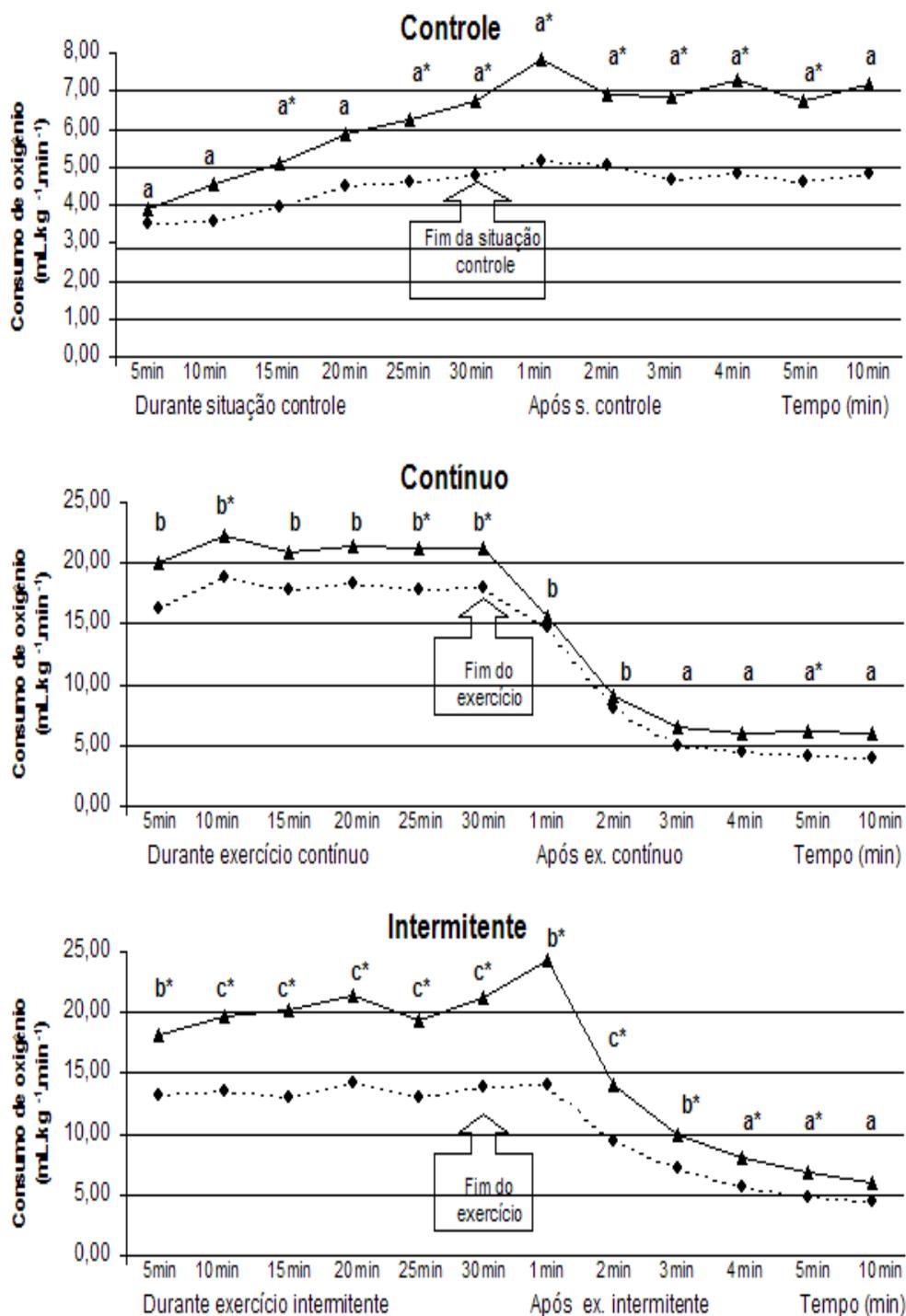


Figura 15: Consumo de oxigênio ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

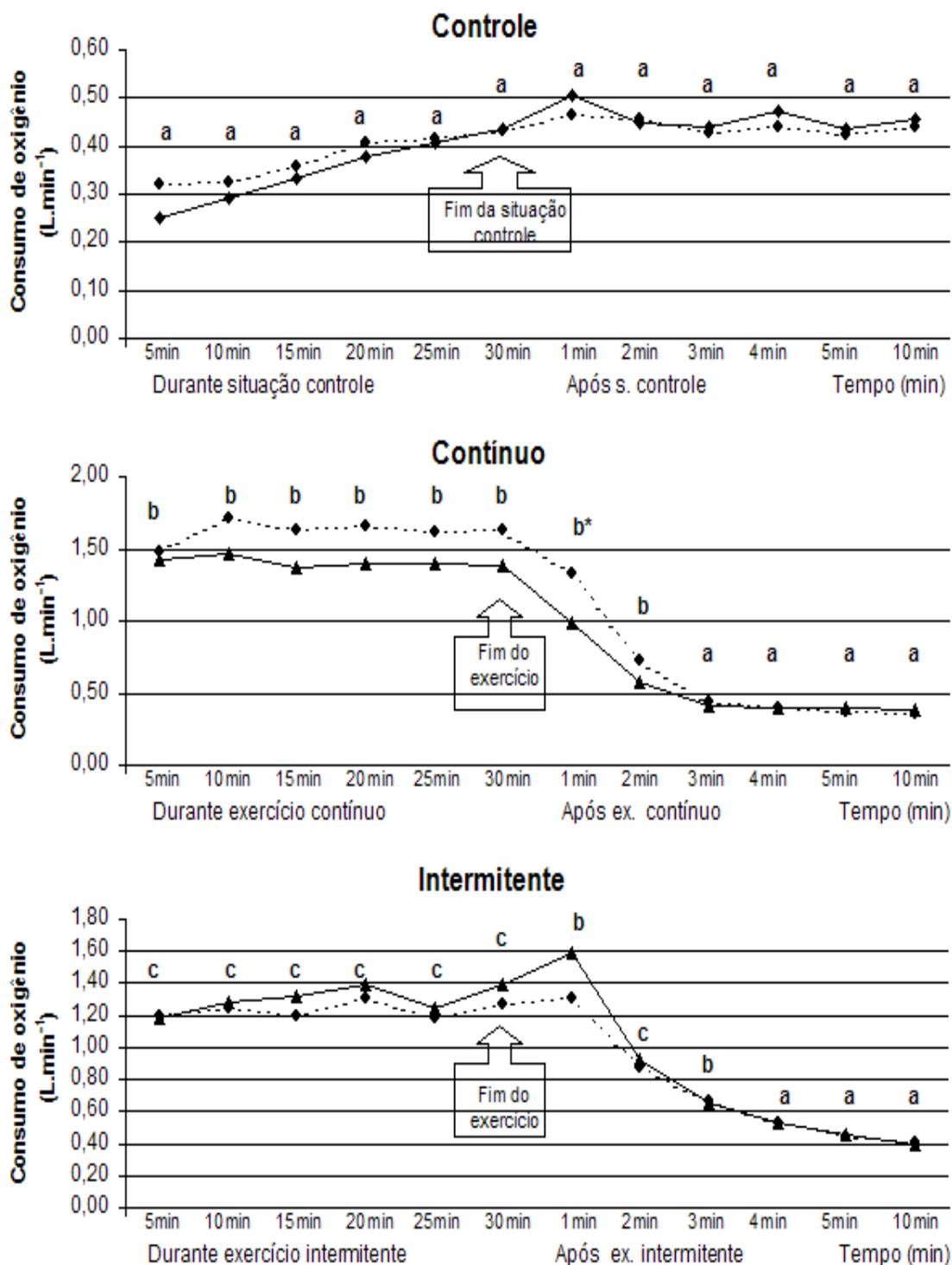


Figura 16: Consumo de oxigênio (L.min⁻¹) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

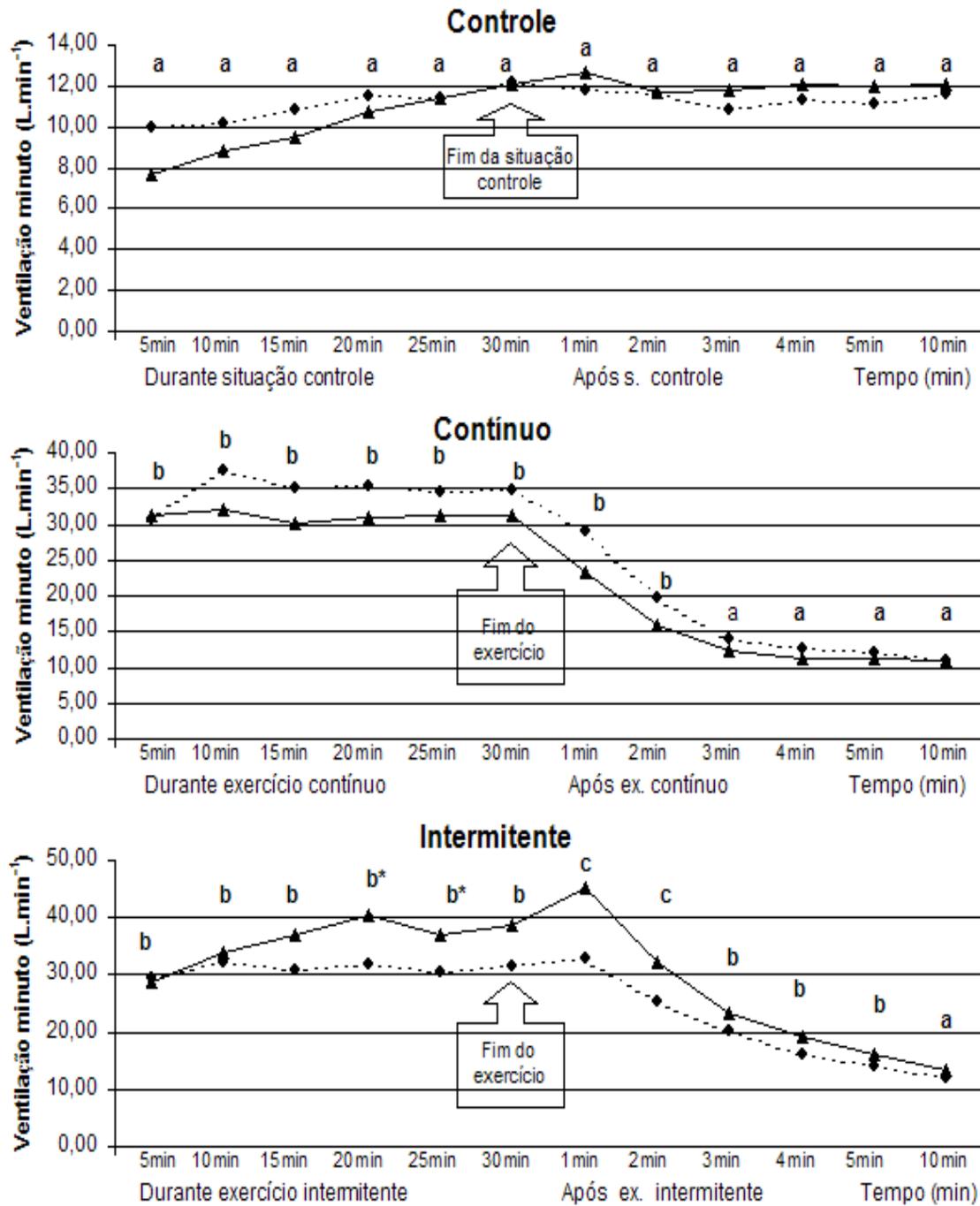


Figura 17: Ventilação minuto (L.min⁻¹) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p < 0,05$).

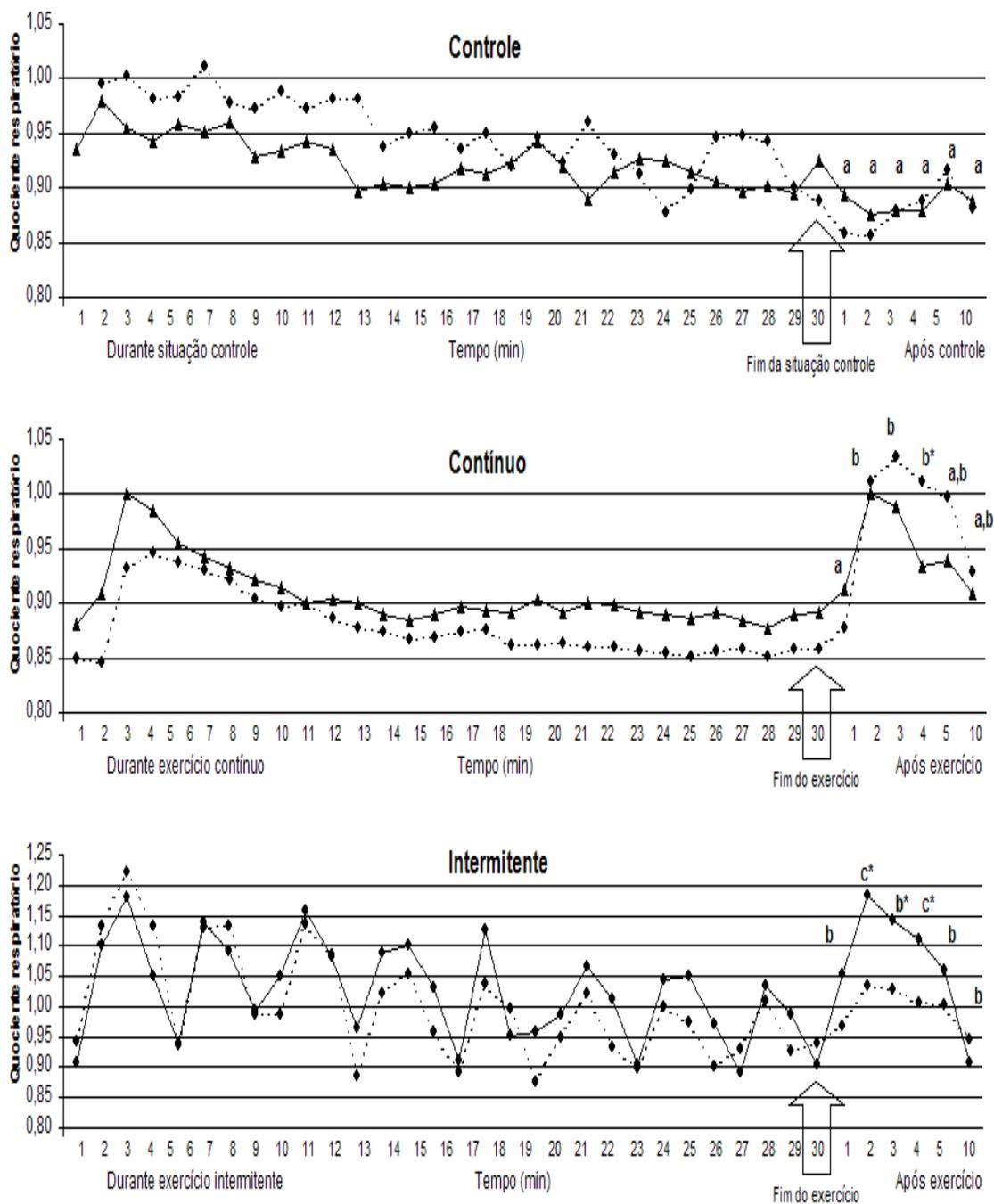


Figura 18: Quociente respiratório durante (média a cada minuto (1-30)) e após os três experimentos (média a cada minuto até o quinto minuto (1-5) e média do sexto ao décimo minuto (10)). A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. A análise estatística após o exercício: o (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

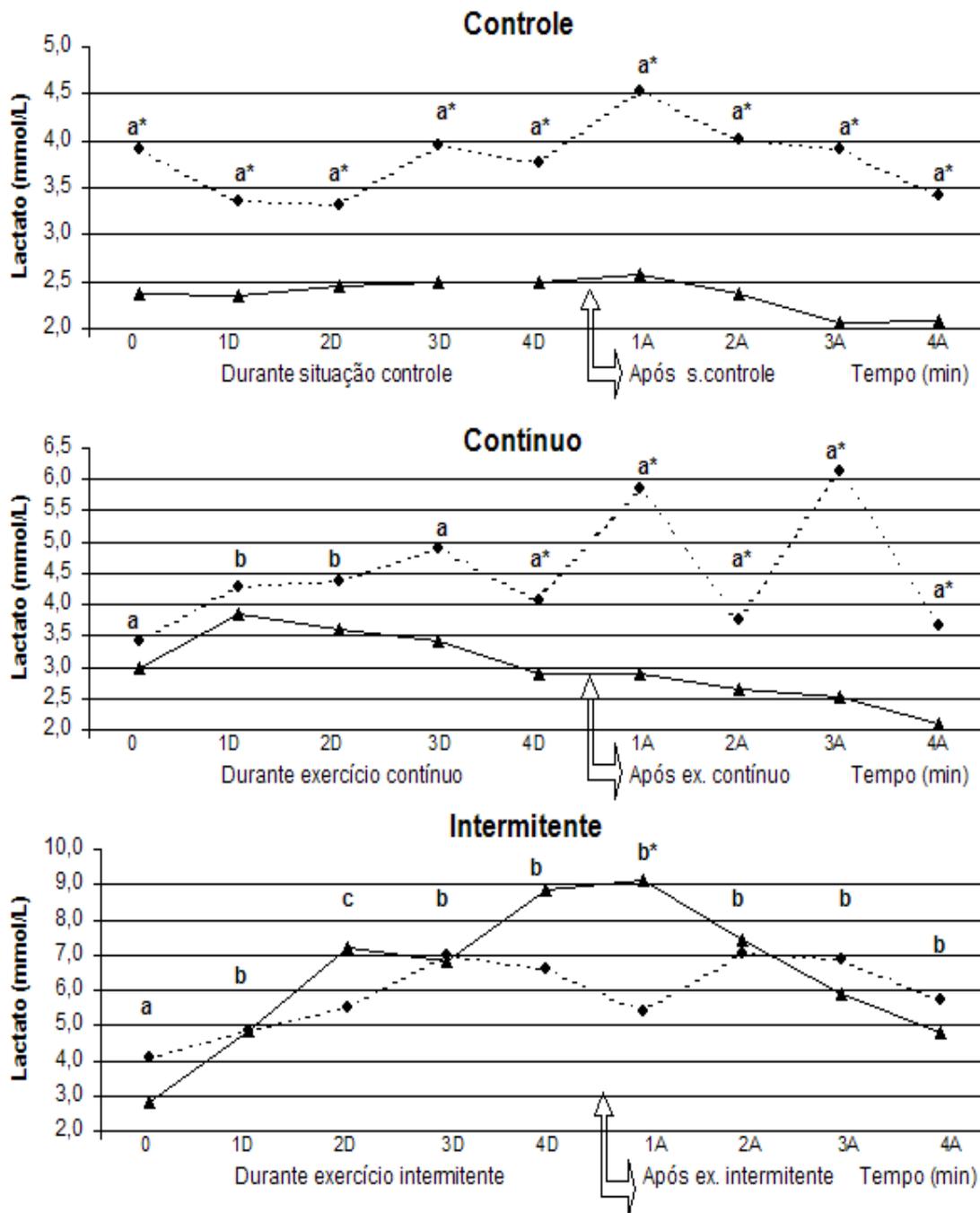


Figura 19: Lactato (mmol.L-1) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

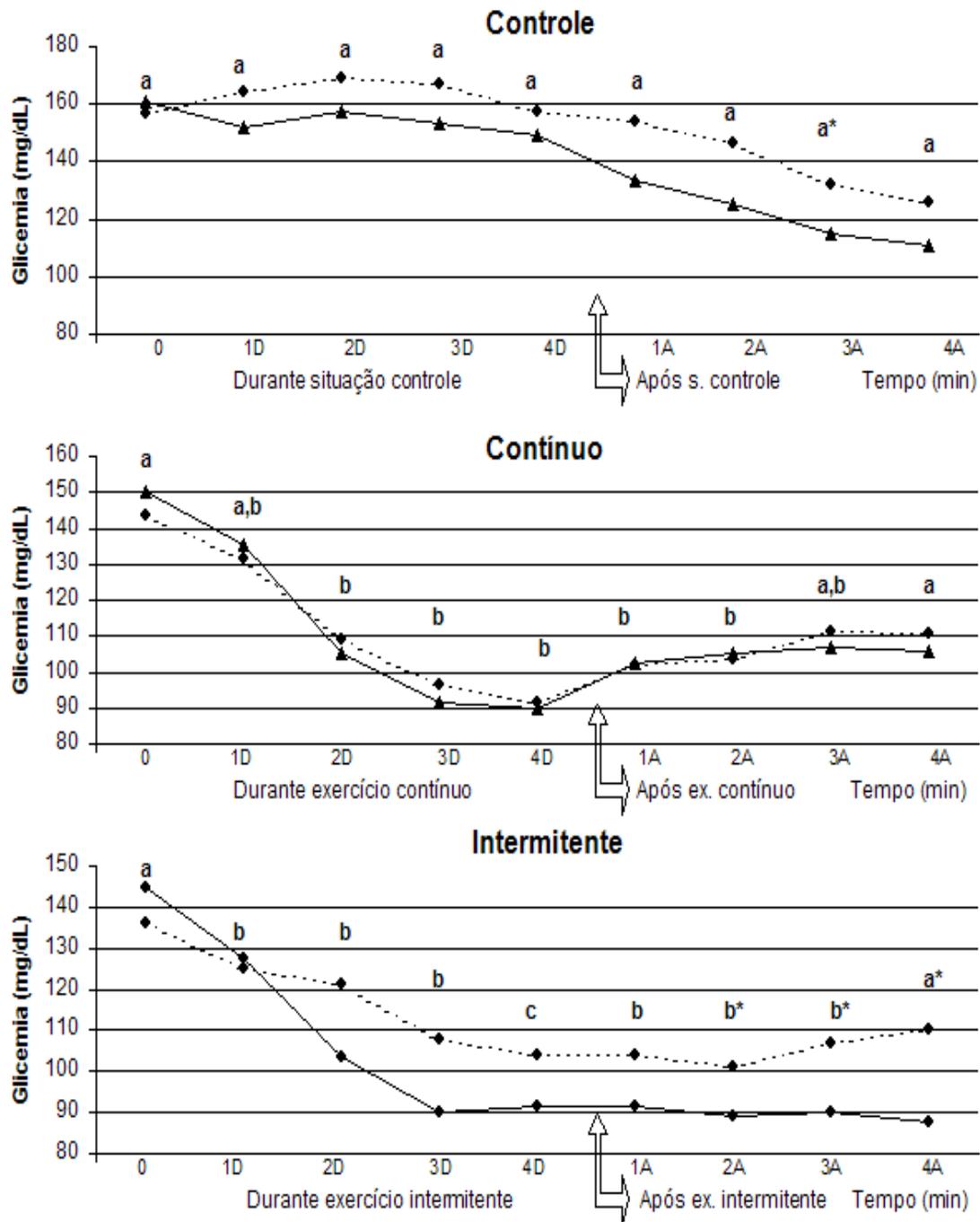


Figura 20: Glicemia (mg.dL⁻¹) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

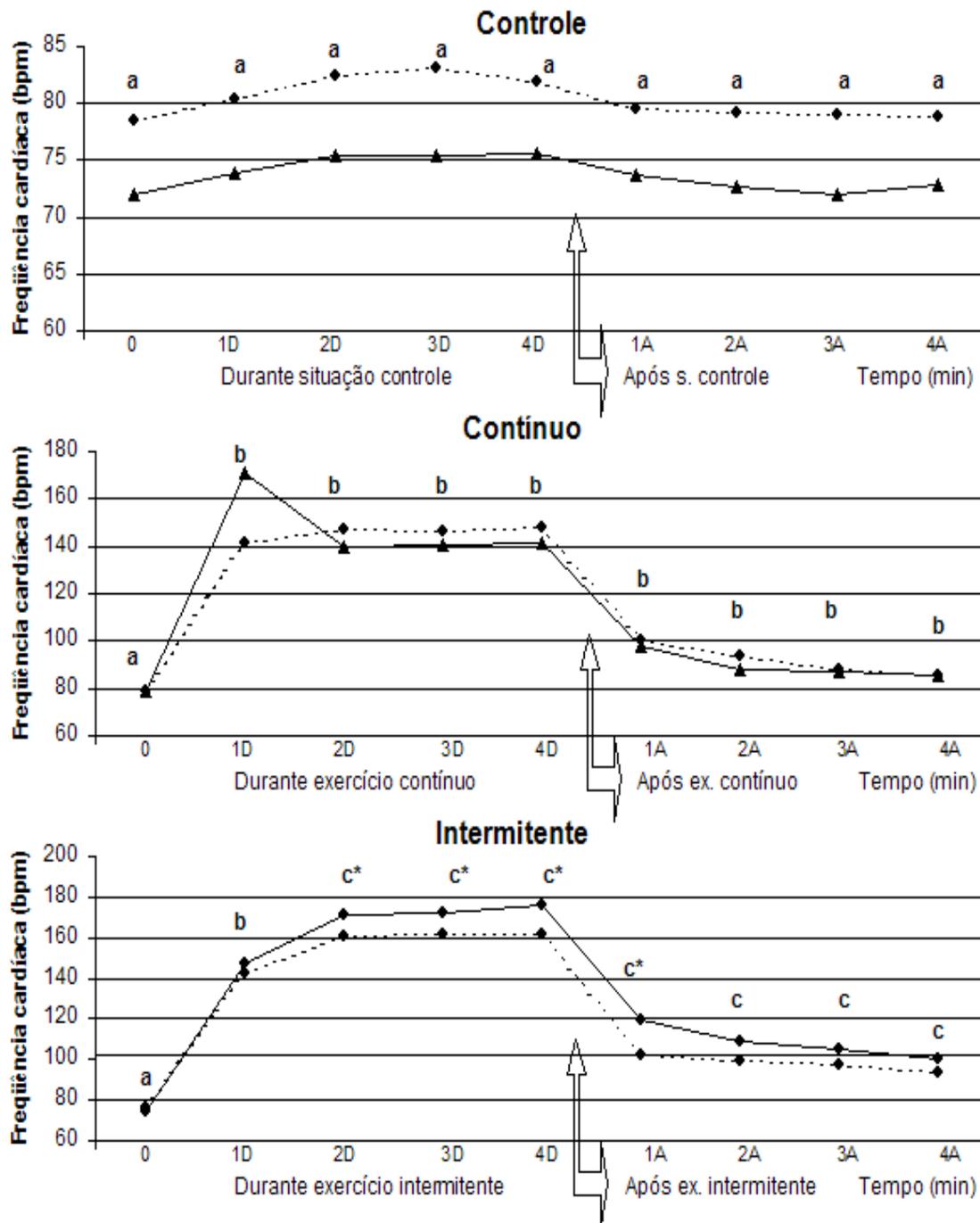


Figura 21: Frequência Cardíaca (bpm) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

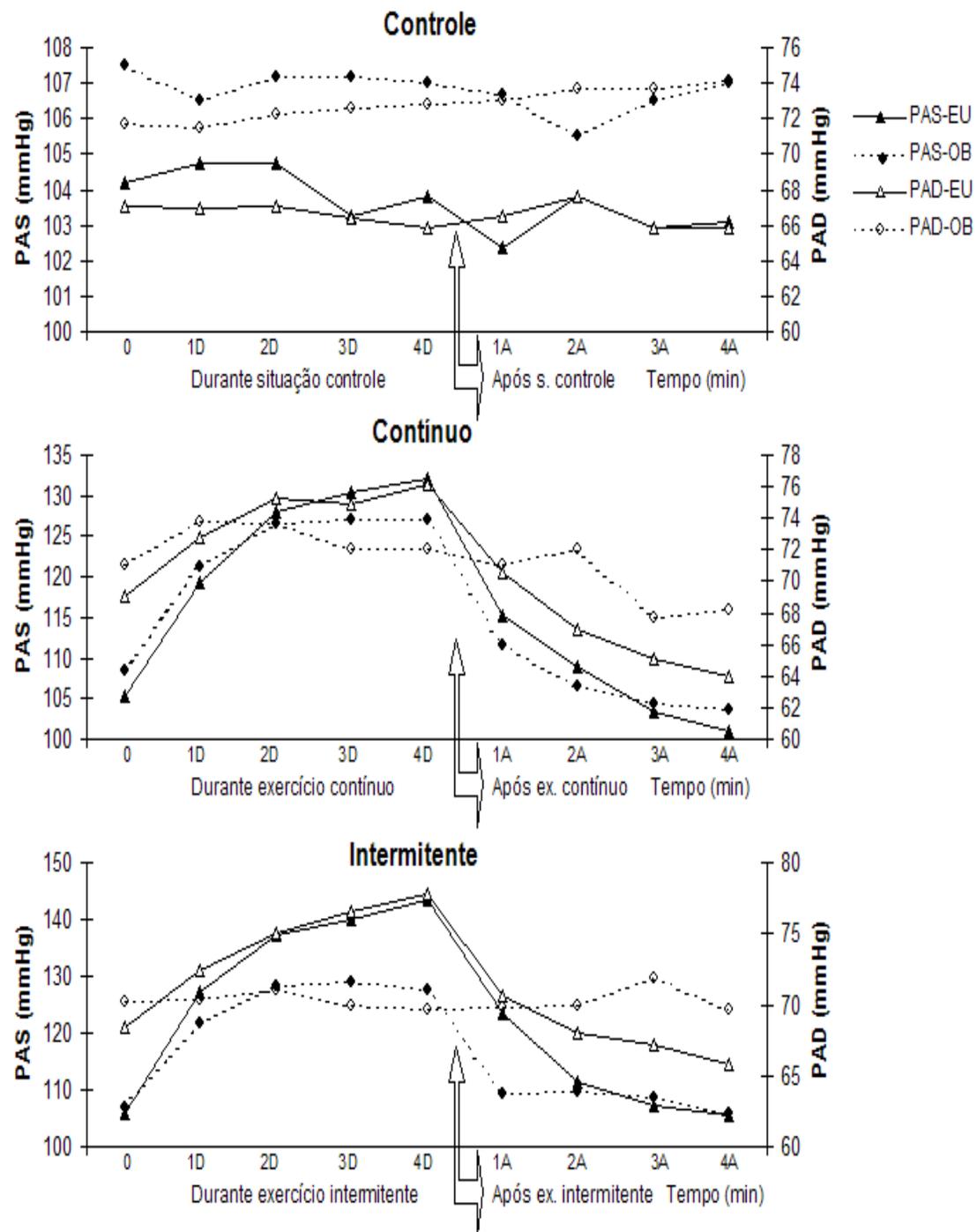


Figura 22: Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) durante e após os três experimentos. A linha contínua representa o grupo eutrófico e a pontilhada obeso. O (*) representa diferença entre os grupos e as letras diferentes significam diferença entre os experimentos (controle, contínuo e intermitente). Anova de medidas repetidas ($p \leq 0,05$).

5 DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo foi comparar os efeitos do exercício físico agudo contínuo e intermitente sobre o gasto energético entre adolescentes obesos e eutróficos. Paralelamente, alguns aspectos sobre o estado nutricional também puderam ser comparados entre esses indivíduos.

5.1. Variáveis relativas ao estado nutricional, gasto energético em repouso e potência aeróbia

Foram observadas, no presente estudo, maiores concentrações nas variáveis de TAG e VLDL no grupo obeso e Ribeiro et al. (2005) demonstram uma associação da obesidade com a elevação dessas variáveis. Já no estudo de Carneiro et al. (2000), foram observados valores superiores ao presente estudo. Uma possível explicação para isso pode ser o fato de os adolescentes participantes desse estudo terem sido selecionados a partir de um critério que considerou o nível de atividade física. Atribui-se à atividade física, entre outros benefícios, a capacidade de diminuir os valores de lipídeos plasmáticos (RIBEIRO et al, 2005).

Apesar de a concentração de TAG não ser considerada um fator de risco independente para doença coronariana, seu excesso pode estar associado a uma redução das concentrações de HDL, o que favorece o fenômeno de “enriquecimento” do LDL a partir das TAG (CARNEIRO et al., 2000; GIULIANO et al., 2005). Isso justificaria os valores observados no presente estudo para o HDL

(menores que 40 mg.dL^{-1}). Essas observações poderiam indicar pequenas alterações no padrão de lipídeos plasmáticos, embora os valores encontrados estejam dentro do padrão de referência para normalidade.

No estudo de Ribeiro et al. (2005) foram realizados treinamento aeróbio e dieta em adolescentes obesos e foram observados os seguintes valores pré e pós treinamento: HDL ($39 \pm 0,8$ e $44 \pm 0,5 \text{ mg.dL}^{-1}$), LDL ($106 \pm 1,2$ e $92 \pm 1,1 \text{ mg.dL}^{-1}$), TAG ($91 \pm 1,4$ e $84 \pm 1,5 \text{ mg.dL}^{-1}$) e colesterol total ($167 \pm 5,0$ e $152 \pm 4,0 \text{ mg.dL}^{-1}$). Este estudo concluiu ainda que a intervenção além de melhorar o perfil lipídico, reduziu a pressão arterial.

Embora a realização de exercícios moderados já seja um consenso como forma de intervenção para a melhora da saúde, há evidências consistentes e recentes de que exercícios de alta intensidade ou vigorosos produzem efeitos positivos ainda mais importantes sobre o perfil lipídico (KRAUS, 2002).

A contagem total de linfócitos e leucócitos observados neste estudo foi maior no grupo obeso em relação ao eutrófico. Entretanto, esses valores são considerados normais de acordo com os valores de referência. Com relação à contagem de linfócitos, sabe-se que essas células do sistema imune são consideradas como parâmetros para avaliação do estado nutricional em proteínas. Diante disso, os resultados indicam que o grupo OB, no que diz respeito ao estado nutricional protéico, encontra-se em melhores condições. Como não foram exploradas outras variáveis relacionadas ao estado nutricional, essa afirmação não pode ser considerada definitiva, dado que a análise do estado nutricional em proteínas requer a investigação de diferentes variáveis e possíveis fatores intervenientes.

Com relação à concentração aumentada de leucócitos nos obesos, outra afirmação que poderia ser pensada é um quadro inflamatório nos indivíduos obesos. Vários estudos têm demonstrado uma associação entre a síndrome metabólica e os processos inflamatórios (YOU et al., 2004; BROCHU et al., 2001). Uma correlação que pôde ser traçada neste sentido foi entre os valores da circunferência da cintura, indicativo de gordura visceral (tecido que expressa uma série de fatores de inflamação), e os valores de leucócitos. No presente estudo, foi observada uma correlação positiva e significativa entre a circunferência da cintura e os valores de leucócitos, o que reforçaria esta hipótese.

No que diz respeito à taxa metabólica de repouso (TMR), que é o gasto de energia para realização das atividades fisiológicas vitais, o grupo OB apresentou maior valor absoluto em relação ao EU. Entretanto, foi observada uma menor TMR relativa (kg de massa gorda) no grupo OB. A TMR em valores absolutos apresentou correlação positiva e significativa com a massa corporal, massa livre de gordura e massa gorda corporal. Esses achados concordam com o estudo apresentado por Meyer & Schneider (2005). A análise da TMR em indivíduos obesos tem sido objeto de um grande número de estudos nos últimos anos, e muita controvérsia tem sido gerada em consequência disto. Vários autores argumentaram que o gasto energético de repouso em valores relativos nos obesos poderia estar diminuído, em razão de uma menor capacidade de consumir oxigênio, devido à maior adiposidade (desproporção entre a gordura e a massa livre de gordura corporal)(Rosembaum et al., 2003; Ribeiro et al., dados em publicação).

Além da análise do gasto energético na condição de repouso, os grupos OB e EU também foram submetidos a um teste de esforço, de forma que foi possível investigar as respostas desses grupos relacionadas ao gasto energético em resposta ao exercício físico. Poder-se-ia partir do seguinte pressuposto: indivíduos obesos desenvolvem grande adiposidade, e esta poderia comprometer o consumo de oxigênio corporal no exercício, novamente pela desproporção com tecido magro.

Na avaliação da capacidade física, foi observado que os adolescentes obesos possuem, em termos absolutos, consumo de oxigênio similar aos eutróficos. Porém quando se relativiza os valores pela massa corporal, o grupo eutrófico apresentou valores maiores. Esse mesmo achado foi observado em outros estudos descritos a seguir.

No estudo de Norman et al. (2005) e de Souza et al. (2004), também foram encontrados menores valores de consumo de oxigênio relativo em obesos. Também é possível concordar com o estudo de Rosebaum et al. (2003) e Ribeiro et al. (2005) que atribuem o menor gasto energético em indivíduos obesos a uma diminuição na capacidade de trabalho do músculo esquelético.

Os valores de $VO_{2\text{pico}}$ relativo observados por Souza et al. (2004) em adolescentes obesos e eutróficos foram de $29,9 \pm 6,7$ e $47,2 \pm 5,3$ mL.Kg⁻¹min⁻¹, respectivamente. E nos trabalhos de Rodrigues et al. (2006) e de Brunetto et al. (2005) foram observados valores de $VO_{2\text{pico}}$ relativo de 42,95 a 49,55 e 40,9 mL.Kg⁻¹.min⁻¹, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos valores observados por Souza et al. (2004) e ao presente estudo. Brunetto et al.

(2005) também relataram um valor médio do VO_2 durante o limiar 1 de $22,0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, que foi similar aos valores observados no grupo OB do presente estudo.

Ribeiro et al. (2005) observaram valores de $VO_{2\text{pico}}$ relativo de $24 \pm 0,7 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em crianças obesas com idade média de 10 anos. Esses valores, após o treinamento físico elevaram-se para $31 \pm 0,8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. No presente estudo, os valores do grupo obeso foram semelhantes aos valores pós-treinamento do estudo de Ribeiro et al. (2005), o que poderia indicar que os adolescentes recrutados do atual estudo realmente eram fisicamente ativos, apesar de possuírem um menor VO_2 relativo em relação ao grupo eutrófico.

No Brasil, não há até o momento valores de referência para comparação do $VO_{2\text{pico}}$ ou $VO_{2\text{máx}}$ em crianças e adolescentes para classificação de aptidão física. Desta forma, as comparações somente podem ser feitas com estudos disponíveis na literatura científica. Isto permite afirmar que os valores encontrados no presente estudo são similares aos demais estudos consultados. Ressalta-se que ambos os grupos atingiram durante o teste uma média de 94% (EU) e 98% (OB) da $FC_{\text{máx}}$ predita (pela fórmula de Karvonen et al., 1957). E segundo Fletcher et al. (2001), indivíduos que não atingem 85% da $FC_{\text{máx}}$ ou não foram suficientemente exercitados ou isto representa um déficit cronotrópico a ser investigado.

5.2. Respostas aos experimentos

Nos dias da realização dos três experimentos, foram avaliadas algumas variáveis (momento este denominado linha de base) para que fosse certificado que os indivíduos iniciaram os três experimentos nas mesmas condições metabólicas e fisiológicas. Em nenhum dos dois grupos (OB e EU) foram encontradas diferenças iniciais entre os três experimentos, o que permite a comparação entre os dois métodos de exercício e a situação controle. Por outro lado, como já era esperado, os grupos OB e EU apresentaram algumas diferenças iniciais, que são descritas e comentadas a seguir.

Foi observado um maior VO_2 relativo no grupo eutrófico. Por sua vez, o grupo obeso apresentou maiores concentrações de lactato, maior PAD e uma tendência a valores elevados de glicemia, QR, FC e PAS.

A maior concentração de lactato observada no grupo OB poderia estar relacionada a uma predominância metabólica anaeróbia em condições de repouso, que poderia colaborar com a teoria de Norman et al. (2005). Esses autores associaram o menor VO_2 relativo no grupo obeso em relação ao eutrófico ao maior custo metabólico observado nos obesos para movimentar uma maior massa corporal, resultando em uma maior utilização das reservas energéticas do músculo, em especial o glicogênio muscular. Esses dados são condizentes, no presente estudo à maior TMR em valores absolutos observada no grupo obeso.

Estudos clássicos indicam que na situação de repouso a lactacemia varia em torno de $1,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ (SKINNER & McLELLAN; 1980). E, Franchini et al. (1999), comparando indivíduos com alto e moderado nível de aptidão física,

encontraram concentrações de lactato de repouso em torno de $2,0 \pm 0,7$ e $1,9 \pm 0,3$ mmol.L⁻¹, respectivamente. No presente estudo, o grupo eutrófico apresentou valores similares aos observados no estudo de Franchini et al. (1999), entretanto o grupo OB apresentou maiores valores. Um aspecto relevante a ser destacado é que a maioria dos adolescentes mencionaram o incômodo da perfuração na ponta dos dedos e muitos sentiram mal-estar durante a coleta de sangue. Isso poderia ter afetado os valores obtidos na situação de repouso.

Com relação aos valores encontrados de PA, estudos têm afirmado que a obesidade pode ocasionar uma resposta pressórica aumentada e que o treinamento físico é uma estratégia para modular essa resposta (RIBEIRO et al., 2005; KRAUS, 2002). Os valores observados no presente estudo indicam uma tendência de resposta pressórica aumentada no grupo OB e, talvez, essa diferença não tenha sido significativa devido ao condicionamento físico dos participantes.

Evidências indicam que a FC_{repouso} tende a refletir condição de saúde, pois uma FC_{repouso} baixa indica um prognóstico favorável em termos de risco de mortalidade (FLETCHER et al., 2001). No presente estudo não foi observada diferença significativa entre os grupos na FC_{repouso}. Tal fato também pode ser decorrente do nível de atividade física e da idade dos grupos.

Com relação às respostas dos adolescentes aos experimentos, cabem algumas considerações iniciais. O exercício físico caracteriza-se por uma situação de quebra da homeostase orgânica, pois implica no aumento da demanda energética da musculatura exercitada e, conseqüentemente, do organismo como

um todo. Assim, para suprir a nova demanda metabólica, várias adaptações fisiológicas são necessárias (BRUM et al., 2004).

O exercício aeróbio contínuo caracteriza-se por um esforço constante, realizado em intensidade leve ou moderada, que pode ser realizado por longos períodos, na qual a produção de energia ocorre predominantemente por meio do metabolismo aeróbio, utilizando como principal substrato energético a reserva de lipídeos (KNECHTLE et al., 2004; ACHTEN & JEUKENDRUP, 2004).

Por outro lado, a principal característica do exercício intermitente é a curta duração do período de esforço, intercalado por momentos de recuperação, que pode ser realizada de forma ativa ou passiva. Durante o esforço, os substratos energéticos predominantes são os fosfatos de alta energia e o glicogênio muscular. Já na recuperação, o consumo de oxigênio é elevado pela reperusão típica desse momento e, portanto, esse período pode ser considerado como aeróbio (SPENCER & GASTIN, 2001).

A capacidade de executar repetições intensas de esforço é influenciada pela natureza dos períodos de esforço e recuperação. A completa recuperação dos fosfatos requer de 3 a 5 minutos, mas a completa restauração do pH e concentração de lactato pré-exercício pode durar várias horas (TOMLIN & WENGER, 2001).

O total do gasto energético promovido por um exercício físico depende da intensidade e duração, sendo que um aumento na intensidade de exercício aumenta significativamente o gasto energético (KNECHTLE et al., 2004).

Buscando explicações para as diferenças no gasto energético promovido por diferentes métodos de exercício físico e entre adolescentes obesos e

eutróficos, os resultados do presente estudo indicam que o exercício contínuo resultou em um maior consumo de oxigênio em relação ao exercício intermitente e, conseqüentemente, promoveu um maior gasto energético. O gasto energético absoluto decorrente do exercício contínuo foi maior em relação ao exercício intermitente, sendo 8% no grupo eutrófico e 24% no grupo obeso. Quando realizada a comparação do gasto energético relativo (por kg de massa corporal), o exercício contínuo foi 24% maior em relação ao exercício intermitente em ambos os grupos. Isso demonstra que ao relativizar o gasto energético, ambos os grupos apresentam a mesma diferença entre os dois métodos de exercício.

5.2.1. Considerações sobre o exercício contínuo

O exercício contínuo promoveu um maior gasto energético absoluto e relativo em relação ao intermitente em ambos os grupos. Verificou-se que o quociente respiratório não diferiu em relação à situação controle, sendo possível relacionar esse dado a uma predominância do metabolismo aeróbio, pois na situação de repouso e exercício realizado em equilíbrio metabólico (steady-state), o principal substrato utilizado é o lipídeo (ATCHTEN & JEUKENDRUP, 2003).

O exercício contínuo foi realizado em uma intensidade similar aos estudos de Riddell et al. (2001) e de Romijn et al. (1993; 2000). Esses autores avaliaram a utilização de substratos energéticos durante a realização de exercício a 55% e 65% do $VO_{2máx}$, respectivamente, e concordando com as pesquisas clássicas (SKINNER & McLELLAN; 1980), os resultados indicaram uma predominância do metabolismo lipídico.

Os valores de lactato sanguíneo verificados durante o exercício contínuo não foram estatisticamente diferentes da situação controle e o valor médio observado no grupo eutrófico foi similar aos valores observados em estudos clássicos (em torno de 2,0 a 3,5 mmol.L⁻¹) em situações de equilíbrio metabólico (SKINNER & McLELLAN; 1980).

A glicemia não apresentou comportamento diferente do que se esperava, apresentando declínio progressivo durante a realização do exercício contínuo em relação à situação controle.

O gasto energético absoluto durante o exercício contínuo não apresentou diferença significativa entre os grupos, entretanto, o gasto energético relativo (por kg de massa corporal) foi 18% maior no grupo eutrófico. O menor gasto energético relativo observado no grupo obeso pode ser decorrente de uma menor capacidade física, maior massa corporal e de uma tendência à anaerobiose, que pode ser relacionada com os valores do QR, lactato, VE e FC que apresentaram uma tendência de maiores valores em relação ao grupo eutrófico.

5.2.2. Considerações sobre o exercício intermitente

O gasto energético absoluto e relativo decorrente do exercício intermitente foi significativamente menor em relação ao contínuo, em ambos os grupos. Não foi observada diferença significativa no gasto energético absoluto entre os grupos durante o exercício intermitente, entretanto, em valores relativos, o grupo EU apresentou um maior gasto energético em 32%. A melhor capacidade física observada no grupo eutrófico e menor massa corporal poderia ter refletido nos

valores observados no gasto energético, pois nesse grupo verificou-se uma maior tolerância ao esforço e à elevação do lactato sanguíneo. Também a melhor capacidade física poderia ter ocasionado uma melhor recuperação entre os esforços, visto que, a potência gerada pelo grupo eutrófico nos períodos de esforço foi 9% maior em relação ao obeso.

A glicemia durante o exercício intermitente não apresentou diferença significativa em relação ao contínuo, entretanto, pode ser observada uma relação inversa com o lactato, FC, PA, VE e, conseqüentemente, com a oxidação de lipídeos.

O comportamento da FC durante a realização do exercício intermitente, foi maior em relação ao exercício contínuo, entretanto, isso foi decorrente da prescrição do exercício no limiar 2. Foi observado maior valor no grupo eutrófico, o que poderia ser conseqüência de uma melhor tolerância ao esforço e à elevada lactacemia. Não foi observada nos períodos de recuperação uma queda acentuada da FC, isso pode ter sido gerado pela elevação da adrenalina e noradrenalina na corrente sanguínea, exercendo uma forte influência no ritmo cardíaco (PERINI et al., 1989).

A pressão arterial durante a realização do exercício intermitente não apresentou diferença significativa em relação ao contínuo, dado que poderia sugerir que esse método não acarreta em resposta pressórica indesejável na amostra estudada.

Os valores do QR observados durante o exercício intermitente, indicaram uma maior utilização de carboidrato como principal fonte de energia, o que vai acordo com os resultados encontrados por Romijn et al. (1993; 2000), no qual os

participantes realizaram exercícios a 85% do $VO_{2\text{máx}}$. Durante o exercício intermitente, os valores de lactato sangüíneo acima de $4,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ confirmam a utilização de carboidrato como principal fonte de energia no esforço (SKINNER & McLELLAN, 1980; BILLAT et al., 2001; ROMIJIN et al., 1993; 2000),

Quando se analisam os valores de QR somente pela média do período total de exercício, são omitidas as oscilações ocorridas nesses valores durante os momentos de esforço-recuperação, o que poderia constituir uma informação importante para os objetivos do presente estudo. Com o intuito de melhor compreender essas oscilações, os valores foram agrupados a cada 60 segundos (Figura 15), onde ficou evidente a predominância anaeróbia durante os períodos de esforço e o componente aeróbio nos períodos de recuperação.

A diminuição no QR que ocorre a cada período de pausa no exercício intermitente possui relação com o EPOC. Existe nesses momentos de pausa uma característica metabólica de recuperação, com aumento no consumo de oxigênio e diminuição no QR. O aumento da contribuição dos lipídeos na produção de energia após o exercício intenso pode estar relacionado à depleção do estoque de glicogênio (BORSHEIM & BAHR, 2003). O aumento do lactato sangüíneo verificado durante o exercício intermitente demonstra que a intensidade pode elevar a linha de base do consumo de oxigênio durante a recuperação, no sentido de responder ao aumento das concentrações hormonais, da atividade enzimática, do fluxo de substratos e da concentração do lactato na circulação. Esses fatores auxiliam uma maior magnitude e duração do EPOC (THORNTON & POTTEIGER, 2002). Também cabe ressaltar que durante o exercício intermitente, dependendo do tempo de recuperação adotado, a maior parte do tempo é dedicado aos

momentos de recuperação. No presente estudo os períodos de esforço somaram o tempo de 4 minutos e 30 segundos e os períodos de recuperação 25 minutos e 30 segundos.

No estudo de Eleno (2003) foi possível observar, nos períodos de recuperação entre picos anaeróbios de um exercício intermitente (15 segundos de esforço e pausa de 60 segundos), que a contribuição do metabolismo aeróbio para o fornecimento de energia foi de aproximadamente 41%. Esse resultado indica que apesar de os períodos ativos terem sido bem curtos e intensos, caracterizando um exercício anaeróbio, os períodos de recuperação permitiram uma grande participação aeróbia, de forma a favorecer a reposição das reservas de energia.

O fator que contribui para o aumento da solicitação do metabolismo aeróbio seria uma somatória de estímulos. A explicação para a contribuição aeróbia em exercícios intermitentes de elevada intensidade está relacionada à correlação entre elevadas concentrações de H^+ e o aumento da atividade da enzima piruvato desidrogenase. Esta mudança para o metabolismo aeróbio nos estágios finais do exercício, em decorrência da diminuição da energia pelas vias anaeróbias, parece ser o principal fator para o decréscimo na potência gerada durante os últimos estágios de exercício (FRANCHINI et al., 2003). Esse decréscimo da potência nos estágios finais durante a realização do exercício intermitente foi observada no presente estudo em ambos os grupos. Embora a maior contribuição aeróbia com o decorrer do exercício intermitente não seja suficiente para compensar a queda da atividade glicolítica, uma melhor condição aeróbia parece estar associada com uma melhor recuperação no período de intervalo, especialmente se considerando

que a ressíntese de CP (fosfato de creatina) é um processo dependente do metabolismo aeróbio (FRANCHINI et al., 2003). Isso pode ser evidenciado no presente estudo, uma vez que, o grupo eutrófico apresentou maior $VO_{2\text{pico}}$, maior consumo de oxigênio e maior tolerância à acidose metabólica (avaliada pela concentração de lactato).

Portanto, diante dos estudos apresentados é possível concluir que o exercício intermitente de elevada intensidade solicita tanto o metabolismo anaeróbio quanto o aeróbio, resultando em adaptações a ambos os metabolismos, o que pode contribuir para uma melhora na capacidade física.

5.2.3. Considerações sobre o período de trinta minutos pós-exercício e situação controle

Após a realização de exercício físico agudo, tem se estabelecido que o consumo de oxigênio não retorna aos níveis de repouso imediatamente. Essa demanda energética durante o período de recuperação é conhecida como EPOC (BORSHEIM & BAHR, 2003), e foi discutida anteriormente, no presente estudo, quando se investigou os períodos de recuperação entre os picos do exercício intermitente. Entretanto, é importante observar o momento após o exercício, quando se observa essa modificação metabólica de uma forma importante.

O EPOC pode ser evidenciado no presente estudo pelo maior gasto energético total (exercício + 30min EPOC) absoluto e relativo observado nos dois métodos de exercício, comparativamente à situação controle.

No presente estudo, verificou-se um EPOC expressivo entre 2 a 3 min após a realização do exercício contínuo e intermitente, respectivamente, em relação à situação controle. A ventilação seguiu o mesmo comportamento do consumo de oxigênio. Diante dos resultados observados no presente estudo, é possível relacionar esse aumento no consumo de oxigênio à ressíntese de ATP-CP e à restauração da ventilação. O comportamento dessas variáveis seguiram os pressupostos teóricos, em que a completa restauração dos fosfatos requer de 3 a 5 min, mas a restauração do pH e nível de lactato pré-exercício pode durar várias horas (BORSHEIM & BAHR, 2003; TOMLIN & WENGER, 2001).

Têm sido discrepantes os resultados de diversos estudos relacionados à magnitude e duração do EPOC. Enquanto vários estudos demonstram que o EPOC pode permanecer por várias horas (BORSHEIM & BAHR, 2003), outros têm concluído que o EPOC é transitivo e mínimo (MELO et al., 2006). O dados do presente estudo inicialmente concordam com trabalhos que têm concluído que o EPOC é transitivo e mínimo, pois foi observado um aumento no consumo de oxigênio somente nos minutos iniciais após a realização dos dois métodos de exercício em relação à situação controle. Entretanto, a medida do consumo de oxigênio durante trinta minutos demonstrou que esse componente mínimo, quando analisado em sua magnitude, pode representar um aumento significativo no gasto energético em relação à situação controle.

No presente estudo, o gasto energético total absoluto (exercício + 30 min EPOC) do exercício contínuo foi maior em relação ao exercício intermitente (7% no grupo EU e 16% no grupo OB) e o gasto energético total relativo (por kg de

massa corporal) não apresentou diferença significativa entre os dois métodos de exercício.

O gasto energético relativo (por kg de massa corporal) durante o exercício contínuo foi 24% maior em relação ao exercício intermitente. Comparando essa diferença com o gasto energético total relativo (exercício + EPOC), observou-se que o exercício contínuo promoveu um gasto energético semelhante em relação ao intermitente. Diante disso, é possível afirmar que a magnitude do EPOC resultou em um gasto energético similar entre os dois métodos de exercício. Também, a partir desses dados, é possível concluir que o exercício intermitente promoveu um maior EPOC em relação ao contínuo.

Em ambos os grupos, a concentração de lactato após o exercício intermitente foi elevada até o final dos trinta minutos de EPOC, demonstrando uma maior acidose metabólica em relação à situação pós-exercício contínuo e situação controle. Também foi observada uma maior FC após o exercício intermitente e contínuo em relação à situação controle, e maior FC após o exercício intermitente em relação ao contínuo. Esses valores aumentados na concentração de lactato e FC em relação à situação controle, poderiam indicar uma relação com o EPOC.

Diante disso, os valores observados no presente estudo concordam com outros achados que têm indicado um maior gasto energético após o exercício intermitente em relação ao contínuo (LAFORGIA et al., 1997; BROCKMAN et al., 1993; THORNTON & POTTEIGER, 2002). Em um estudo conduzido por Yoshioka et al. (2001) foi realizada a comparação entre três situações de exercício, igualados pela quantidade de trabalho, e os resultados demonstraram que o exercício de alta intensidade estimulou maior consumo de oxigênio pós-exercício e

melhorou a oxidação de gorduras. Tal fato pode ser observado no presente estudo através do comportamento do QR durante o exercício intermitente, no qual se observou valores maiores que 1,0 nos períodos de esforço, e nos momentos de recuperação valores semelhantes ao exercício contínuo e situação controle.

Não foi observada diferença significativa na comparação entre os grupos no que se refere ao gasto energético total absoluto (exercício + EPOC) promovido pelo exercício intermitente e contínuo. Entretanto, no gasto energético total relativo (exercício + EPOC), foi observado que o grupo eutrófico apresentou maior gasto energético decorrente tanto do exercício contínuo quanto do intermitente (22% e 29%, respectivamente) em relação ao obeso. Isso pode ser atribuído à melhor capacidade aeróbia do indivíduo eutrófico e à característica de predominância anaeróbia em situações de repouso no grupo obeso. Além disso, a adiposidade significa uma desproporção entre a gordura e a massa livre de gordura corporal.

Após a realização de um período único de exercício físico ocorre a redução na resistência vascular periférica, com conseqüente aumento da condutância (HALLIWILL et al. 1996; 2003). Isso leva à significativa redução na pressão arterial, com variável duração, caracterizando assim, a hipotensão pós-exercício (HPE) (MACDONALD, 2002). A vasodilatação ocorrida na musculatura exercitada e em outros leitos cardiovasculares, decorrente da redução da resistência vascular periférica após o exercício agudo, tem sido em muitos estudos atribuída à diminuição no tônus nervoso simpático e também à redução da responsividade dos receptores α -adrenérgicos do leito vascular exercitado (HALLIWILL et al. 1996; RONDON et al., 2002).

Lizardo et al. (2007) compararam diferentes intensidades e tipos de ergômetro e concluíram que o exercício realizado em esteira foi mais eficaz do que o cicloergômetro em induzir a HPE. As intensidades de exercício empregadas no estudo parecem não exercer influência na HPE realizado em esteira e cicloergômetro (exercício contínuo até a exaustão X 20 minutos à 85% FC_{máx}).

Forjaz et al. (1998) realizaram um estudo comparando diferentes tempos de duração de exercícios, e relatou que a HPE foi maior e mais prolongada após 45 minutos de exercício em relação a 25 minutos. Também foi observado nesse estudo que o comportamento da FC no período pós-exercício não diferiu nas duas sessões experimentais. Esses resultados sugerem que o comportamento da FC no período de recuperação depende mais da intensidade que da duração do exercício físico. Já no estudo de Hagberg et al. (1987) foi demonstrado que o exercício de maior intensidade causa maior redução dos valores de pressão arterial que o exercício de menor intensidade. No presente estudo não foi verificada diferença relacionada a HPE após a realização dos dois métodos de exercício, sendo que ambos tiveram o mesmo comportamento independentemente da intensidade de exercício realizado. Os únicos momentos em que foi observado HPE foram: no último registro da PAS após o exercício contínuo e no dois últimos registros da PAD em relação à situação controle.

Embora a HPE venha sendo bastante investigada e documentada, a influência da intensidade e do tempo do exercício na magnitude e duração dessa resposta ainda é controversa (FORJAZ et al., 1998; LIZARDO et al., 2007). Os fatores responsáveis por essas diferenças podem ser oriundos de diferentes

amostras utilizadas, tornando clara a necessidade de estudos adicionais, visando o esclarecimento do impacto desse parâmetro do exercício na HPE.

Considerando que uma das questões investigadas no presente estudo é a escolha de estratégias de exercício para ser incluído em atividades que visem prevenção e tratamento da obesidade, é importante refletir nas respostas em longo prazo dos dois tipos de exercício. Alguns estudos que realizaram a comparação do treinamento físico (contínuo e intermitente) em adolescentes demonstraram que o exercício intermitente foi mais eficiente na diminuição da gordura corporal do que o exercício contínuo. Nestes trabalhos parece que a intensidade da atividade física foi diretamente relacionada com a diminuição de massa e gordura corporal, uma vez que exercícios físicos realizados com intensidade maior promovem como consequência, maior gasto energético, levando à diminuição de massa corporal (SABIA et al., 2004; FERNANDEZ et al., 2004). Também cabe ressaltar que no estudo de Sabia et al. (2004) foi observado uma melhora na capacidade física dos adolescentes obesos submetidos ao treinamento físico aeróbio e anaeróbio. Os valores obtidos no teste de capacidade física foi de 35,25 para 46,75 e de 35,93 para 45,15 no $VO_{2máx}$ relativo, respectivamente durante o treinamento aeróbio e anaeróbio. Esses valores também reforçam a idéia de que tanto o treinamento de exercício aeróbio como o anaeróbio podem promover melhora na potência aeróbia. E tal fato, pode ser evidenciado no estudo de Helgerud et al. (2007) que comparou o treinamento realizado com exercício contínuo e intermitente em diferentes intensidades e concluiu que o exercício intermitente em intensidades elevadas promoveu um

aumento significativo na potência aeróbia em relação ao exercício moderado realizado de forma contínua.

Diante da observação do presente estudo de que o gasto energético relativo decorrente do exercício intermitente e do EPOC não apresentou diferença significativa em relação ao exercício contínuo. É possível concordar com o estudo de Santarém (1996) e Cedia (1998) que verificaram que os exercícios anaeróbios podem promover uma alta mobilização de ácidos graxos livres e, conseqüentemente, diminuição do tecido adiposo, uma vez que a manutenção ou o aumento da massa magra por meio de exercícios anaeróbios (resistidos) tende a manter o metabolismo basal elevado após a realização do exercício.

O exercício intermitente de alta intensidade poderia representar mais uma estratégia como forma de prevenção ou tratamento da obesidade, com o objetivo de buscar formas de diversificar as metodologias de intervenção. Visto que, em outro estudo longitudinal foram comparadas atividades de alta e baixa intensidades por um período de 4 anos. Os participantes do exercício de alta intensidade, apesar de ingerirem maior quantidade de energia na dieta do que os participantes de exercício de baixa intensidade, apresentaram maior quantidade de massa magra e menor porcentagem de gordura corporal (Yoshioka et al., 2001). Vários trabalhos têm analisado a contribuição do EPOC em programas de emagrecimento, visto que este é o resultado de um balanço energético diário negativo entre o consumo e o gasto energético (HUNTER et al., 1998). Existe um aumento de 20% a 35% na responsividade lipolítica no adipócito após a realização de exercício de alta intensidade, uma vez que a síntese de glicogênio é

aumentada para repor o glicogênio utilizado e ocorre também uma maior ressíntese de hemoglobina e mioglobina (SEDLOCK et al., 2004).

Com relação à aderência, um estudo realizado por Jakicic et al. (1995) verificou uma maior aderência ao programa de treinamento em um grupo de mulheres obesas ao exercício intermitente em relação ao contínuo. O exercício intermitente pode ser realizado em uma intensidade maior e, através desse método, indivíduos obesos poderiam exercitar-se por um tempo menor a uma intensidade que produzisse um EPOC maior. Ainda, na maioria das vezes, crianças e adolescentes não se engajam em programas de atividade física contínua, pois nessa faixa etária o principal fator de aderência a esses programas está relacionado ao aspecto lúdico.

Nesta perspectiva, o exercício intermitente realizado no presente estudo poderia representar uma estratégia a ser aplicada durante intervenções de prevenção ou tratamento da obesidade por meio da inclusão de atividades lúdicas ou motoras intensas, com duração de 30 segundos, que poderiam estimular um maior gasto energético durante a atividade e a mobilização de lipídeo nos momentos de recuperação e pós-exercício.

A compreensão da solicitação fisiológica ao exercício intermitente pode auxiliar na prescrição de exercícios com a finalidade auxiliar os profissionais de saúde na elaboração de programas de exercício físico destinados à diminuição da massa gorda corporal ou controle lipídico sanguíneo. Esses resultados de certo modo são discordantes com as prescrições que indicam como alternativa para diminuição da gordura corporal somente o exercício aeróbio de intensidade moderada (FLETCHER et al., 2001; PATE et al., 2006). Entretanto, cabe ressaltar

a importância consensual observada na literatura do exercício aeróbio nos programas de tratamento ou prevenção da obesidade e, neste sentido, o exercício intermitente poderia representar uma estratégia no planejamento das atividades de um programa sem prejuízo no gasto energético total (exercício + EPOC) (FLETCHER et al., 2001; PATE et al., 2006).

É importante destacar que o presente estudo apresenta algumas limitações. Uma delas é a amostra reduzida. Por isso, para estudos futuros, sugere-se a ampliação da amostra. Também a análise do balanço energético e hormônios poderiam contribuir para melhor compreensão das respostas do gasto energético relacionadas ao estado nutricional.

Cabe aqui ressaltar a dificuldade de se obter voluntários, devido ao tempo de realização dos procedimentos; à padronização das variáveis relacionadas à prática de atividade física e à alimentação; ao desconforto dos equipamentos de coleta dados e à disponibilidade dos participantes e da equipe multidisciplinar.

O principal problema na compreensão dos ajustes ao exercício agudo intermitente é decorrente do fato de as combinações serem infinitas, pois as manipulações, especialmente do tempo e intensidade do esforço e recuperação, são muito grandes. Devido a essas diferenças metodológicas entre os estudos, percebemos uma dificuldade em realizar comparações entre estudos.

6 CONCLUSÕES

O principal objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do exercício físico agudo, contínuo e intermitente sobre o gasto energético entre adolescentes obesos e eutróficos.

De acordo com os objetivos propostos, foi possível concluir:

Com relação às comparações entre composição corporal e outras variáveis:

- Adolescentes obesos apresentam maior percentual de gordura, maior circunferência da cintura e maior gasto energético em repouso;
- Adolescentes eutróficos apresentam maior potência aeróbia e maior porcentagem de massa magra corporal;
- Adolescentes obesos apresentam maior valor na concentração de leucócitos, e esses valores se correlacionam com a circunferência da cintura. Embora superficialmente, esses dados podem apontar para a relação entre obesidade central, inflamação e menor potência aeróbia.

Com relação às respostas aos diferentes métodos de exercício:

- O exercício contínuo promoveu um maior gasto energético absoluto e relativo em relação ao exercício intermitente;
- O gasto energético total relativo (exercício + EPOC) foi similar entre os dois métodos de exercício;
- Na comparação entre os grupos, foi observado um maior gasto energético relativo (kg de massa corporal) no grupo eutrófico;

- Nos momentos de recuperação dos esforços intermitentes, o grupo obeso não conseguiu realizar uma recuperação adequada de suas reservas energéticas.

Diante disso, não foi possível confirmar a hipótese estabelecida para o desenvolvimento do presente estudo, ou seja, o exercício intermitente como uma possibilidade de promover um maior gasto energético em relação ao exercício contínuo. Tal fato, pode ter sido decorrente do tempo dedicado à recuperação entre os estímulos e a grande variedade de possibilidades de tempo de esforço, carga, tipo e tempo de recuperação e etc. Entretanto, a hipótese de que adolescentes obesos poderiam apresentar diferenças no comportamento das variáveis relacionadas ao gasto energético em resposta ao exercício físico foi confirmada. No entanto, o exercício intermitente apresentado no presente estudo, pode representar uma diversificação nas estratégias aplicadas em programas de prevenção ou tratamento da obesidade.

7 REFERÊNCIAS

Abrantes MM, Lamounier JA, Colosimo EA. Prevalência de sobrepeso e obesidade nas regiões nordeste e sudeste do Brasil. Rev Assoc Med Bras 2003; 49(2): 162-6.

Achten J & Jeukendrup AE. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. In J Sports Med 2003; 24: 603-608.

Achten J & Jeukendrup AE. Relation between plasma lactate concentration and fat oxidation rates over a wide range of exercise intensities. Int J Sports Med 2004; 25: 32-37.

Ainslie PN, Reilly T, Westerterp KR. Estimating human energy expenditure. A review of techniques with particular reference to doubly labelled water. Sports Med 2003; 33(9): 683-698.

American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, Dietitians of Canada. Nutrition and athletic performance. Med. Sci. Sports Exerc. 2000; 32(12): 2130-2145.

American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Baltimore: Williams & Wilkins 1995: 24-25.

American Diabetes Association – Critério III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de prevenção de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2001; 77: supl.III.

Araújo CGS. Teste de exercício: terminologia e algumas considerações sobre passado, presente e futuro baseadas em evidências. Rev Bras Med Esporte 2000; 6: 77-84.

Araújo GSA & Pinto VLM. Freqüência cardíaca máxima em testes de exercício em esteira rolante e em cicloergômetro de membros inferiores. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2005; 85(1): 45-50.

Bahr R, Gronnerod O, Sejersted OM. Effects of supramaximal exercise on excess postexercise O₂ consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24(1):66-71.

Balaban G & Silva GAP. Prevalência de sobrepeso em crianças e adolescentes de uma escola da rede privada de Recife. *J Pediatr* 2001; 77: 96-100.

Bangsbo J, Gollnick PD, Graham TE, et al. Anaerobic energy production and O₂ deficit-debt relationships during exhaustive exercise in humans. *J Physiol* 1990; 422: 539-59.

Barros MVG & Nahas MV. Medidas de AF: teoria e aplicação em diversos grupos populacionais. Londrina: Midiograf 2003; p.160.

Berkey CS, Rockett ERH, Field AE, Gillman MW, Frazier AL, Camargo Jr CA, et al. Activity, dietary intake, and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. *Pediatrics* 2000; 105(4): 1-9.

Billat VL; Bocquet V; Chassaing P; et al. Very short (15s-15s) interval training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO₂máx for 14 minutes. *Int. J. Sports Med.* 2001; 22: 201-208.

Bioimpedance Analyser User's Guide. 1^a ed. Copyright© Byodinamics Corporation All Rights Reserved.

Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-81.

Borsheim E & Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post exercise oxygen consumption. *Sports Medicine* 2003; 33(14): 1037-1060.

Bouchard C. *Atividade física e obesidade*. 1ª edição. Editora Manole, São Paulo 2003.

Brochu M, Tchernof A, Dionne IJ, Sites CK, Eltabbakch GH, Sims EA, Poehlman ET. What are the physical characteristics associated with a normal metabolic profile despite a high level of obesity in postmenopausal women? 2001; 86: 1020-1025.

Brockman L, Berg K, Latin R. Oxygen uptake during recovery from intense intermittent running and prolonged walking. *J Sports Phys Fitness* 1993; 33: 330-6.

Brodie DA. Techniques of measurement of body composition. Part I. *Sports Medicine* 1988; 5:11-40.

Brownell KD et al. Treatment of obese children with and without their mothers: changes in weight and blood pressure. *Pediatrics* 1983; 71: 515-3.

Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev. Paul. Educ. Fís., São Paulo* 2004; 18: 21-31.

Brunetto AF, Silva BM, Roseguini BT, Hirai DM, Guedes DP. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11(1): 22-27.

Burleson Jr MA, O'Bryant HS, Stone MH, et al.. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(4): 518-22.

Carneiro JRI, Kushnir MC, Clemente ELS, Brandão MG, Gomes MB. Obesidade na adolescência: fator de risco para complicações clínico-metabólicas. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2000; 44: 390-396.

CDC- DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Physical activity and good nutrition: essential elements to prevent chronic diseases and obesity. Disponível em www.cdc.gov/nccdphp/dnpa. Acesso em 12/03/2004.

Ceddia RB. Composição corporal, taxa metabólica e exercício. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, Rio de Janeiro 2002; 1(1): 143-156.

Ceddia RB. Gordura corporal, exercício e emagrecimento. *Reviews Sprint Magazine* 1998; 1: 10-20.

Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Division of Nutrition and Physical Activity. Physical activity for everyone: physical activity terms. Available at: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/terms/index.htm>. Accessed July 14, 2006.

Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT, Marfell-Jones MJ. The skinfold: Myth and reality. *Journal of Sports Sciences* 1987; 5:3-33.

Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide. *BMJ* 2000; 320: 1240-5.

Conti MA, Frutuoso MFP, Gambardella AMD. Excesso de peso e insatisfação corporal em adolescentes. *Rev. Nutr., Campinas* 2005; 18(4): 491-497.

Costa RF, Cintra IP, Fisberg M. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da cidade de Santos, SP. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006; 50(1): 60-67.

Daniels SR, Arnet DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences prevention, and treatment. *Circulation* 2005; 111: 1999-2012.

Dionne I, Almeras N, Bouchard C, Tremblay A. The association between vigorous physical activities and fat deposition in male adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 392-395.

Doucet E, Imbeault P, Almeras N, Tremblay A. Physical activity and low-fat diet: is enough to maintain weight stability in the reduced-obese individual following weight loss by drug therapy and energy restriction? *Obes Res* 1999; 7: 323-333.

Eisenmann JC, Heelan KA, Welk GJ. Assessing body composition among 3- to 8-year-old children: antropometry, BIA, and DXA. *Obesity Research* 2004; 12(10): 1633-1640.

Eleno TG. O efeito da duração de pausa no exercício intermitente: um estudo pelo modelo da potência crítica. [Dissertação] Rio Claro (SP): Universidade Estadual Paulista, 2003.

Elhendy A, Mahoney DW, Khandheria BK et al. Prognostic significance of impairment of heart rate response to exercise: impact of left ventricular function and myocardial ischemia. *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 823-30.

Ellis K. Human body composition: in vivo methods. *Physiological Rev.* 2000; 80: 649-680.

Epstein LH. Ten-year follow-up of behavioral, family-based treatment for obese children. *J Am Med Assoc* 1990; 264: 2519-2523.

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 Esport 2004; 10(3): 152-158.

Fernandes RA, Kawaguti SS, Agostini L, Oliveira AR, Ronque ERV, Freitas Jr IF. Prevalência de sobrepeso e obesidade em alunos de escolas privadas do município de Presidente Prudente-SP. Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum. 2007; 9(1): 21-27.

Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training. Circulation 2001; 104: 694-1740.

Forjaz CLM, Matsudaira Y, Rodrigues FB, Nunes N, Negrão CE. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. Braz J Med Biol Res 1998; 31(10): 1247-55.

Franchini E, Takito MY, Bertuzi RCM, Kiss MAPD. Solicitação fisiológica e metabólica do exercício intermitente anaeróbio com membros superiores. Motriz 2003; 9(1): 41-50.

Franchini E, Takito MY, Nakamura FY, Regazzini M, Matsushigue KA, Kiss MAPD. Influência da aptidão aeróbia sobre o desempenho em uma tarefa anaeróbia láctica intermitente. Motriz 1999; 5(1): 58-66.

Francischi RP, Pereira LO, Lancha Jr AH. Exercício, comportamento alimentar e obesidade: revisão dos efeitos sobre a composição corporal e parâmetros metabólicos. Rev Paul Educ Fís 2001; 15: 117-40.

Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. Pediatrics 1999; 103(6):1175-82.

Freedman-Akabas S, Colt E, Kissileff HR, et al. Lack of sustained increase in VO_2 following exercise in fit and unfit subjects. *Am J Clin Nutr* 1985; 41: 545-9.

Frutuoso MFP, Bismarck-Nasr EM & Gambardella AMD. Redução do dispêndio energético e excesso de peso corporal em adolescentes. *Rev. Nutr. Campinas* 2003; 16(3): 257-263.

Gaesser GA & Brooks GA. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16(1):29-43.

Gambardella AMD & Bismarck-Nasr EM. Televisão e predisposição à obesidade em adolescentes. *Rev Paul Pediatr* 2000; 18(1): 18-21.

Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med* 2001; 31(10): 725-741.

Giuliano ICB, Coutinho MSSA, Freitas SFT, Pires MMS, Zunino JN, Ribeiro RQC. Lípides séricos em crianças e adolescentes de Florianópolis, SC – Estudo Floripa Saudável 2040. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2005; 85(2): 85-91.

Gladden LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol* 2004; 558(1): 5-30.

Glaner MF. Concordância de questionários de atividade física com a aptidão cardiorrespiratória. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 2007; 9(1): 61-66.

Goodman MN. Amino acid and protein metabolism. In: Horton ES, Terjung RL (Eds.). *Exercise, Nutrition and Energy Metabolism*. New York, MacMillan, 1988.

Guedes D.P. Crescimento e maturação sexual dos adolescentes brasileiros. São Paulo: Rocca, 1998.

Guimarães JI, Stein R, Vilasboas F et al. Normalização de técnicas e equipamentos para a realização de exame em ergometria e ergoespirometria. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2003; 80: 458-64.

Guyton AC & Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. 10^a ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Copyright© 2002.

Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol* 1987; 6(1)3: 270-76.

Hagberg JM, Mullin JP, Nagle FJ. Effect of work intensity and duration on recovery O₂. *J Appl Physiol* 1980; 48: 540-4.

Halliwill JR, Dineno FA, Dietz NM. Alpha-adrenergic vascular responsiveness during postexercise hypotension in humans. *J Physiol* 2003; 550(1): 279-86.

Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol* 1996; 495(1): 279-88.

Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjorth N, Back R, Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO_{2max} more than moderate training. *Med. Sci. Sports Exer.* 2007; 39(4): 665-671.

Heyward VH. Evaluation of body composition. *Sports Med* 1996; 22(3): 146-156.

Hill AV & Lupton H. The oxygen consumption during running. *J Physiol* 1922; 56:32-33.

Hill AV & Lupton H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med* 1923; 16: 135-71.

Hunter GR, Weinsier RL, Bamman MM, Larson DE. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *Int J Obes* 1998; 22: 489-93.

Ilyés I, Pósán E, Sári S. Insulin resistance in obese boys with acanthosis nigricans. *Acta Paed Hung* 1992; 32:325-82.

Inge TH, Krebs NF, Garcia VF, Skelton JA, Guice KS, Strauss RS, Albanese CT, Brandt ML, Hammer LD, Harmon CM, Kane TD, Klish WJ, Oldham KT, Rudolph CD, Helmrath MA, Donovan E, Daniels SR. Bariatric surgery for severely overweight adolescents: concerns and recommendations. *Pediatrics* 2004; 114: 217-223.

Jacob A. School programs. In Chen C, Dietz WH, editors. *Obesity in childhood and adolescence*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2002; 257-72.

Jakicic JM, Butler BA, Robertson RJ. Prescribing exercise in multiple short bouts versus one continuous bout: effects on adherence, cardiorespiratory fitness and weight loss in overweight women. *Int J Obes* 1995; 19: 893-901.

Jéquier E. & Scultz Y. Long-term measurements of energy expenditure in human using a respiration chamber. *Am. J. Clin. Nutr.* 1983; 38: 989-998.

Kaminura MA, Draibe SA, Sigulem DM, Cuppari L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Rev. Nutr. Campinas* 2004; 17(1): 97-105.

Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957; 35(3): 307-15.

Knechtle B, Müller G, Willmann F, Kotteck K, Knecht H. Fat oxidation in men and woman endurance athletes in running and cycling. *Int J Sports Med* 2004; 25: 38-44.

Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 2002; 347: 1483-92.

Laforgia J, Withers RT, Shipp NJ, et al. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *J Appl Physiol* 1997; 82(2): 661-6.

LeMura LM, von Duvillard SP, Cohen SL et al. Treadmill and cycle ergometry testing in 5- to 6-year-old children. *Eur J Appl Physiol* 2001; 85: 472-8.

Lizardo JHF, Modesto LK, Campbell CSG, Simões HG. Hipotensão pós-exercício: comparação entre diferentes intensidades de exercício em esteira ergométrica e cicloergômetro. *Rev. Bras. Cineantropom. Dsempenho Hum.* 2007; 9(2): 115-120.

Lobstein T, Baur L, Uauy R, IASO International Obesity Task Force. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; Suppl 1: 4-104.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.

MacDonald JR. Potential causes, mechanisms and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens* 2002; 16(4): 225-36.

Margaria R, Edwards HT, Dill OB. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am J Physiol* 1933; 106: 689-715.

Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Oliveira LC, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 2001; 6(2): 5-18.

McArdle W.D., Katch F.L., Katch V.L. Fundamentos de fisiologia do exercício. 2ª edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro 2003.

Melo CM, Ribeiro SML, Tirapegui J. Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. No prelo 2007.

Melo CM, Urasaki R, Rocca S, Ribeiro SML. Excess post-exercise oxygen consumption: a comparative study in untrained subjects. FIEP BULLETIN 2006; 76: 615-618.

Meyer F. & Schneider P. As equações de predição da taxa metabólica basal são apropriadas para adolescentes com sobrepeso e obesidade? Rev Bras Med Esporte 2005; 11(3): 193-196.

Monteiro RCA, Riether PTA, Burini RC. Efeito de um programa misto de intervenção nutricional e exercício físico sobre a composição corporal e os hábitos alimentares de mulheres obesas em climatério. Rev. Nutr., Campinas 2004; 17(4): 479-489.

Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85TH and 95TH percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. Am J Clin Nutr 1991; 53: 839-46.

Naumova EN, Must A, Laird NM. Tutorial in biostatistics: evaluating the impact of 'critical periods' in longitudinal studies of growth using piecewise mixed effects models. Int J Epidemiol 2001; 30: 1332-1341.

Negrão CE & Barretto ACP. Obesidade infantil e exercício. In: Cardiologia do Exercício do atleta ao cardiopata. Ed. Manole 2005.

Norman A, 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(6): e690-e696.

Ogdem CL, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Mei Z, Guo S, Wei R, Grummer-Strawn LM, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts for the United States: improvements to the 1977 National Center for Health Statistics version. *Pediatrics* 2002; 109: 45-60.

Oliveira AMA, Cerqueira EMM, Souza JS, Oliveira AC. Sobrepeso e obesidade infantil: influência de fatores biológicos e ambientais em Feira de Santana, BA. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003; 47: 144-150.

Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC. Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in Collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the young and cardiovascular nursing. *Circulation* 2006; 114: 1214-1224.

Perini R, Orizio C, Comandè A, Castellano M, Beschi M, Veicsteinas A. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in men. *Eu J Appl Physiol* 1989; 58: 879-83.

Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. *Applied Nutritional Investigation* 2000; 16: 245-254.

Pruett EDR. FFA mobilization during and after prolonged severe muscular work in men. *J Appl Physiol* 1970; 29: 809-815.

Ravussin E, Burnand B, Schutz Y & Jéquier E. Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects.

American Journal of Clinical Nutrition 1982; 35: 566-573.

Ribeiro MM, Silva AG, Santos NS, Guazzelle I, Matos LNJ, Trombetta IC, et al. Diet and exercise training restore blood pressure and vasodilatory responses during physiological maneuvers in obese children. *Circulation* 2005; 111: 1915-1923.

Ribeiro SML & Tirapegui J. Avaliação nutricional: conceitos gerais e sua aplicabilidade em lesados medula. *Cadernos de Nutrição* 1999; 17: 39-52.

Ribeiro SML & Urasaki R. O papel da atividade física na obesidade infantil. *Nutrição Profissional* 2006; 6:31-38.

Ribeiro SML, Melo CM, Urasaki R, Tirapegui J. Aspects of energetic expenditure after a physical activity program in obese women. *No prelo* 2007.

Ridell MC.; Bar-Or O; Wilk B; Parolin ML; Heigenhauser GJF. Substrate utilization during exercise with glucose and glucose plus fructose ingestion in boys ages 10-14 yr. *J. Appl. Physiol.* 2001; 90: 903-911.

Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Valores de consumo máximo de oxigênio determinados pelo teste cardiopulmonar em adolescentes: uma proposta de classificação. *Jornal de Pediatria* 2006; 82(6): 426-430.

Romijn JA, Coyle EF, Sidosis LS, Rosenblatt J, Wolfe RR. Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1707-1714.

Romijn JA, Klein S, Coyle EF, Sidosis LS, Wolfe RR. Strenuous training increases lipolysis and triglyceride-fatty acid cycling at rest. *J Appl Physiol* 1993; 75: 108-113.

Rondon MUPB, Alves MJNN, Braga AMFW, Teixeira OTUN, Barreto ACP, Kriger

EM et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39(4): 676-82.

Rosebaum M, Vanderborne K, Goldsmith R, Simoneau JA, Heymsfield S, Joannisse DR, Hirsh J, Murphy E, Matthews D, Segal KR, Leibel RL. Effects of experimental weight perturbation on skeletal muscle work efficiency in human subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2003; 285(1): R183-192

Sabia VR, Santos EJ, Ribeiro PPR. Efeito da atividade física associada à orientação alimentar em adolescentes obesos: comparação entre o exercício aeróbio e anaeróbio. *Rev Bras Med Esporte* 2004; 10(5): Set/Out.

Santarém JM. Musculação e qualidade de vida. *Rev Bras Med Esporte* 1996; 2: 11-14.

Sapata KB, Fayh APT, Oliveira AR. Efeitos do consumo prévio de carboidratos sobre a resposta glicêmica e desempenho. *Rev Bras Med Esporte* 2006; 72(4): 189-194.

Sedlock DA, Scheneider A, Gass G. Excess post-exercise oxygen consumption in spinal cord-injured men. *Eur J Appl Physiol* 2004; 93: 231-6.

Silva GAP, Balaban G, Motta MEFA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de diferentes condições socioeconômicas. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.*, Recife 2005; 5(1): 53-59.

Silva MAM, Rivera IR, Ferraz MRMT, Pinheiro AJT, Alves SWSA, Moura AA, Carvalho ACC. Prevalência de fatores de risco cardiovascular em crianças e adolescentes da rede de ensino da cidade de Maceió. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2005; 84: 387-392.

Skinner JS & McLellan TH. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1980; 51(1): 234-248.

Souza Leão SC, Araújo LMB, Moraes LTLP, Assis AM. Prevalência de obesidade em escolares de Salvador, Bahia. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003; 47(2): 151-7.

Souza MSF, Cardoso AL, Yasbek Jr. P, Faintuch J. Aerobic endurance, energy expenditure, and serum leptin response in obese, sedentary, prepubertal children and adolescents participating in a short-term treadmill protocol. *Nutrition* 2004; 20: 900-904.

Spencer MR & Gustin PB. Energy system contribution during 200 to 1500m running in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(1): 157-62.

Stice E, Presnell K, Shaw H. Psychological and behavioral risk factors for obesity onset in adolescent girls: a prospective study. *Journal of Consulting Clinical Psychology* 2005; 73(2): 195-202

Stryne DM. Childhood and adolescent obesity. Prevalence and significance. *Pediatr Clin North Amer* 2001; 48: 823-53.

Suen VMM, Silva GA, Marchini JS. Determinação do metabolismo energético no homem. *Medicina, Ribeirão Preto* 1998; 31: 13-21.

Szarfac SC & Souza SB. Prevalence and risk factors in iron deficiency and anemia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Guatemala* 1997; 2(suppl.1): 35-38.

Tanner JM. *Growth at adolescence*. 2nd.ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

Taylor RW, Jones IA, 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; 72:490-5.

Tebexreni AS, Lima EV, Tambeiro VL, Barros Neto TL. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas versus protocolo de rampa. *Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo* 2001; 11(3): 519-528.

Thornton MK & Potteiger JA. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(4): 715-22.

Tomlin DL & Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med* 2001; 31(1): 1-11.

Tremblay A, Simoneau JA, Bouchard C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism* 1994; 43: 814-818.

Vasconcelos VL & Silva GAP. Prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes masculinos, no nordeste do Brasil, 1980-2000. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro 2003; 19(5): 1445-1451.

Villares FMS, Ribeiro MM, Silva GA. Obesidade Infantil e exercício In: *Cardiologia do Exercício*. Editores: Carlos Eduardo Negrão & Antônio Carlos Pereira Barreto. Barueri, SP: Manole, 2005.

Wahrlich V & Anjos LA. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro 2001; 17(4): 801-817.

Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocrine Reviews* 2000; 21(6): 697-738.

Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five level model: a new approach to organising body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition* 1992; 56:19-29.

Wasserman K. The anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Respir Dis* 1984; 12: S35-S40.

World Health Organization. Indicators for assessing vitamin A deficiency and their application in monitoring and evaluating intervention programmes. Geneva, World Health Organization 1996.

World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization; 1998.

World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization; 2000. (WHO Technical Report Series, 894).

World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995.

Yanovski JA. Intensive therapies for pediatric obesity. *Pediatr Clin North Am* 2001; 48: 1041-1053.

Yasbek Jr P, Tuda CR, Sabbag LMS, Zarzana AL, Battistella LR. Erospirometria: tipos de equipamentos, aspectos metodológicos e variáveis úteis. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2001; 11(3): 682-94.

Yoshioka M, Doucet E, St-Pierre S, Alméas N, Richard D, Labrie A, Després JP, Bouchard C, Tremblay A. Impact of high-intensity exercise on energy expenditure, lipid oxidation and body fatness. *International Journal of Obesity* 2001; 25: 332-339.

You T, Ryan AS, Nicklas BJ. The metabolic syndrome in obese postmenopausal women: relationship to body composition, visceral fat, and inflammation. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(11): 5517-5522.

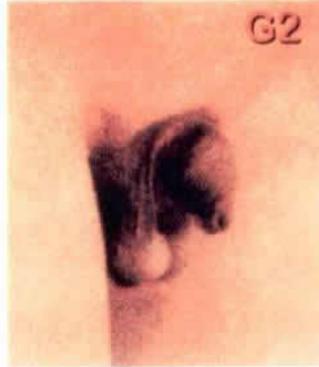
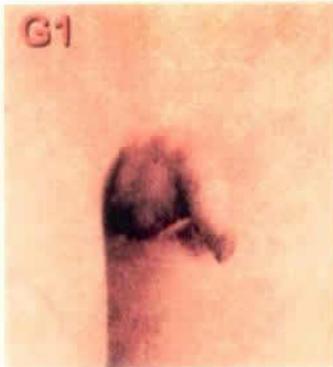
8 ANEXOS

Anexo 1

Prancha de Tanner

Prancha 3.
GRAUS DE DESENVOLVIMENTO GENITAL
(TANNER, 1962)

ESTÁGIO 1
Pênis, testículos e escroto de tamanho infantil.



ESTÁGIO 2
Aumento do testículo e escroto, sem aumento do pênis. Pele escrotal mais fina e avermelhada.

ESTÁGIO 3
Crescimento do pênis, principalmente em comprimento. Continuação do crescimento dos testículos e escroto.



ESTÁGIO 4
Testículos e escroto continuam a se desenvolver. Aumento do pênis em comprimento e largura. Desenvolvimento da glândula. Pele escrotal mais pigmentada.



ESTÁGIO 5
Genital adulto em tamanho e forma.

Gráficos tomados de "Growth diagrams 1965 netherlands" de Netherland Institute for preventive Medicine TNO Leiden Wolters-Noordhoff Publishing Groningen

Fonte: Matsudo, 2004.

G1 ()	G2 ()	G3 ()	G4 ()	G5 ()
--------	--------	--------	--------	--------

Voz adulta: () sim () não

Anexo 2


**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –
VERSÃO CURTA -**
Nome: _____

Data: ____/____/____ **Idade :** ____ **Sexo:** F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal

atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades

por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades

por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

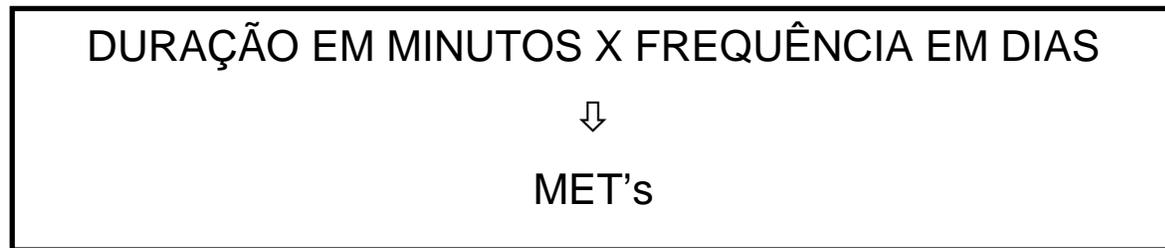
_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

_____ horas ____ minutos



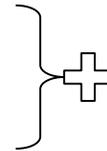
CLASSIFICAÇÃO IPAQ CURTO



• C
a
m
i
n

- | | |
|----------------------|-----------|
| hada | 3,3 MET's |
| • Atividade Moderada | 4,0 MET's |
| • Atividade Vigorosa | 8,0 MET's |

VALOR MET's Caminhada x MINUTOS x n° Dias
VALOR MET's Ativ. Moderada x MINUTOS x n° Dias
VALOR MET's Ativ. Vigorosa x MINUTOS x n° Dias



Total de atividade física por semana em Met's por min.
--

CATEGORIAS

1. BAIXO

- Nenhuma atividade é reportada
- Alguma atividade é reportada, mas não se encaixa nas Categorias 2 e 3

2. MODERADO

Qualquer uma das categorias a baixo:

- 3 dias ou mais atividade moderada pelo menos 20 min/ dia **OU**
- 5 dias ou mais de atividade moderada e/ou caminhada por pelo menos 30 min/dia **OU**
- 5 dias ou mais de qualquer combinação (caminhada, atividade moderada ou vigorosa) que atinja o mínimo de 600 MET's min/semana.

3. ALTO

Qualquer uma das categorias a baixo:

- Atividade Vigorosa por pelo menos 3 dias e acumulando o mínimo de 1500 MET-minuto/semana

- 7 dias ou mais de qualquer combinação (caminhada, atividade moderada ou vigorosa) que atinja o mínimo de 3000 MET's min/semana.

Anexo 3



SUJEITO Nº

ANAMNESE

Dados Pessoais

Data: ___/___/___ Horário: ___:___

Nome: _____
Data de Nasc.: ___/___/___ Idade: _____
Telefone: _____ Cel: _____
Endereço: _____
Bairro: _____ CEP: _____ e-mail: _____

Escolaridade

Série: _____ Período que estuda: () manhã () tarde () noite
--

Atividade Física

Pratica alguma atividade física ? () não () sim
Atividade ? _____ tempo: _____ vezes por semana _____
Atividade ? _____ tempo: _____ vezes por semana _____
Atividade ? _____ tempo: _____ vezes por semana _____
Atividade ? _____ tempo: _____ vezes por semana _____
Atividade ? _____ tempo: _____ vezes por semana _____

Assite TV + vídeo-game + leitura + fazer lição de casa (sentado) + ficar sentado em frente ao computador + aula (escola: sentado)

Quantas horas por dia _____

Questões Gerais

- 1) É fumante? () não () sim Há quanto tempo? _____ Quantos cigarros por dia? _____
- 2) Consome bebida alcoólica? () não () sim Há quanto tempo? _____ Quantas vezes por semana? _____
- 3) Faz uso de algum tipo de suplemento? () não () sim
Qual? _____ Freqüência: _____ Dose: _____
- 4) Possui algumas das seguintes doenças:
- Diabetes: () sim () não
- Hipertensão arterial sistêmica: () sim () não
- Dislipidemias: () sim () não
- Doenças coronarianas: () sim () não
- Anemia: () sim () não
- Hipotireoidismo: () sim () não
- Hipertireoidismo: () sim () não
- 5) Faz uso de algum medicamento? () sim () não
Qual? _____ Para quê? _____
Dosagem: _____
- 6) Seu médico já lhe disse que você tem uma condição cardíaca e que somente deve realizar a atividade física recomendada por um médico? () sim () não
- 7) Você sente dor no peito ou cansaço em excesso quando sobe escadas, corre ou realiza uma atividade física? () sim () não
- 8) Você perde equilíbrio em virtude de uma tontura ou já desmaiou? () sim () não
- 9) Você possui alguma dor articular, óssea ou muscular que possa ser agravada por uma mudança em sua atividade física? () sim () não
- 10) Você conhece alguma outra razão para não realizar atividade física?
() sim, Qual razão: _____ () não
- 11) Você fica gripado/resfriado com freqüência? () não () sim Qual freqüência?

- 12) Há quanto tempo tem seu peso atual? _____
-

Dados da Família

Assinale com um X caso alguém da família (pais, avós ou irmãos) apresentem uma das características abaixo e mencione o grau de parentesco.

- () Hipertensão arterial sistêmica: _____
- () Diabete: _____
- () Osteoporose: _____
- () Dislipidemias: _____
- () Doenças coronarianas: _____
- () Sobrepeso: _____
- () Obesidade: _____
- () Hipotireoidismo: _____
- () Hipertireoidismo: _____

Características Antropométricas da Família

Assinale com um X as características antropométricas dos seus pais.

- * Pai Biológico: () muito gordo () gordo () muito magro () magro () normal
- * Mãe Biológica: () muito gorda () gorda () muito magra () magra () normal
- * Irmãos Biológicos: _____
-
-

Anexo 4

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. O título da pesquisa: “Efeitos do exercício físico sobre o gasto energético em adolescentes: comparação entre obesos e eutróficos”.

2. Eu fui informado que o propósito da pesquisa é investigar o gasto energético do exercício físico, embasada em parâmetros dietéticos, fisiológicos e de composição corporal, que possa permitir um melhor planejamento de atividades físicas no tratamento e prevenção da obesidade. A amostra será constituída de 40 adolescentes voluntários pós-púberes do sexo masculino.

3. A participação de meu filho (protegido) envolverá:

a) avaliação inicial para triagem: avaliação antropométrica (peso, altura), avaliação da maturação sexual através de auto-preenchimento da prancha de Tanner, que descreve estágios do desenvolvimento das características sexuais, sem nenhuma exposição física dos mesmos e aplicação de anamnese;

b) avaliação clínica por um médico para a prática de atividades físicas e uma sessão de adaptação;

c) avaliação da composição corporal (bioimpedância e circunferência da cintura);

d) coleta de amostra sanguínea para análise bioquímica da leptina, receptor de leptina, IGF-I, hemograma completo, insulina, ferritina, colesterol total e frações.

e) avaliação hemodinâmica (pressão arterial sistólica /diastólica e frequência cardíaca);

f) coleta de sangue da ponta do dedo para teste de lactato e glicemia;

g) submeter-se à coletas do consumo de oxigênio em repouso, durante o exercício e após o exercício;

h) coleta de dados no Laboratório do Movimento Humano da Universidade São Judas Tadeu.

i) preenchimento de três diários alimentares e de atividade física de 24 horas.

Aos participantes do experimento 1:

a) teste ergoespirométrico submáximo para determinação da capacidade aeróbia, limiar 1 e ponto de compensação respiratória;

b) submeter-se a um exercício intervalado;

c) submeter-se a uma coleta de dados sem a execução de exercício físico;

Aos participantes do experimento 2:

a) teste ergoespirométrico submáximo para determinação da capacidade aeróbia, limiar 1 e ponto de compensação respiratória;

b) submeter-se a um exercício contínuo;

c) submeter-se a uma coleta de dados sem a execução de exercício físico;

4. Eu compreendo que existem riscos ou desconfortos previstos se concordar em participar do estudo. Os possíveis riscos são: sentir-se mal e possível mal súbito. Os possíveis desconfortos incluem: sentir-se incômodo com os equipamentos, com as perguntas e com o local da avaliação.

5. Eu fui avisado que será utilizado na coleta sanguínea materiais perfurocortantes (agulhas e lancetas) estéreis e descartáveis;

6. Não existem procedimentos alternativos para este estudo.
7. Eu compreendo que o possível benefício da participação do meu filho na pesquisa é determinar uma estratégia para aumentar o gasto energético durante e após a atividade física, podendo contribuir, dessa forma, para a produção de conhecimento específico que possa oferecer melhores resultados no tratamento e prevenção da obesidade.
8. Compreendo que os resultados da pesquisa podem ser publicados, mas que o nome ou identidade do meu filho (protegido) não serão revelados. Para manter a confidencialidade dos registros de meu filho (protegido) a pesquisadora Regina Urasaki Kawamoto utilizará códigos para os sujeitos para que as informações pessoais dos voluntários sejam confidenciais.
9. Fui avisado de que a pesquisa na qual meu filho (protegido) estará participando não envolve mais do que um risco mínimo.
10. Fui informado de que poderei contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu para apresentar recursos ou reclamações em relação à pesquisa através do telefone (11) 6099-1665.
11. Fui informado de que quaisquer dúvidas que tiver em relação à pesquisa ou à participação de meu filho (protegido), antes ou depois do meu consentimento, serão respondidas por Regina Urasaki Kawamoto, Rua taquari, 546 Mooca, São Paulo, CEP:03166-000, Fone: 6099-1692 sob a orientação do Professora Doutora Sandra Maria Lima Ribeiro.
12. Eu li a informação acima. Recebi explicações sobre a natureza, demanda, riscos e benefícios do projeto. Assumo conscientemente os riscos envolvidos e compreendo que posso retirar meu consentimento e interromper minha participação a qualquer momento. Uma cópia deste formulário de consentimento me será dada.
13. Com base na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e do Regimento Interno da Universidade São Judas, solicitamos que seja assinada, de forma totalmente voluntária, a autorização para a coleta dos dados acima descritos.

São Paulo, _____ de _____ de 200_____

Eu _____, RG _____

_____, responsável pelo _____, com base na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, declaro que tomei ciência dos procedimentos da coleta de dados do projeto intitulado **EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O GASTO ENERGÉTICO EM ADOLESCENTES: COMPARAÇÃO ENTRE OBESOS E EUTRÓFICOS.**

O trabalho é desenvolvido sob responsabilidade da Professora Regina Urasaki Kawamoto sob a orientação da Professora Doutora Sandra Maria Lima Ribeiro. Concordo com a realização da pesquisa e autorizo a utilização dos dados coletados para publicação de trabalhos, unicamente para fins de pesquisa científica, guardando o anonimato dos participantes da pesquisa.

14. Certifico que recebi explicação sobre a natureza e o propósito, os benefícios potenciais e possíveis riscos associados com a participação do meu filho (protegido) no atual estudo de pesquisa e foram respondidas todas as minhas questões.

15. Este termo de consentimento é feito em duas vias que uma permanecerá em meu poder e a outra com a pesquisadora responsável.

São Paulo, _____ de _____ de 200 ____

Nome e assinatura do responsável legal

REGINA URASAKI KAWAMOTO

Nome e assinatura da pesquisadora responsável pelo estudo

Anexo 5


UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU

 COEP – Comitê de Ética em Pesquisa
 Registro CONEP nº 1100/2003, em 14/11/2003

FORMULÁRIO Nº 9

 AMC - Serviços Educacionais S/C Ltda
 Rua Taquari, 546 - Meoca - São Paulo - SP
 CEP 03166-000
 PABX: 6099-1999 - FAX: 6099-1692

PARECER CONSUBSTANCIADO

 Protocolo: **088/2005**
Título do Projeto: EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O GASTO ENERGÉTICO DE ADOLESCENTES: COMPARAÇÃO ENTRE OBESOS E EUTRÓFICOS

Professor Orientador: PROF^a. DR^a Sandra Maria Lima Ribeiro

Grupos temáticos: III

Decisão: Aprovado com Recomendações

Parecer:

Trata-se de um projeto cujo tema central é a relação existente entre a obesidade em adolescentes e a prática de exercícios físicos.

O principal objetivo é avaliar as respostas a diferentes tipos de exercícios em adolescentes obesos e eutróficos e relacioná-los com parâmetros antropométricos, metabólicos, dietéticos, hemodinâmicos e de aptidão física tendo como finalidade buscar os tipos adequados de intervenção para elevar o gasto energético durante e após atividade física, podendo contribuir para melhores resultados no tratamento e prevenção da obesidade.

Com base na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, o COEP/USJT recomenda que, no TCLE seja incluída referência ao uso de materiais perfurocortantes (agulhas e lancetas) estéreis e descartáveis. Ainda no TCLE sugere-se retirar no item 9 o nome do Presidente do COEP, deixando apenas o número do telefone.

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo COEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.

O COEP/USJT deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao COEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao COEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do COEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao COEP, inicialmente em MAIO/2007 e ao término do estudo em DEZEMBRO/2007.

Data: S.Paulo, 23 de fevereiro de 2006

Assinatura:


Cláudia Borim da Silva
 Prof.^a Ms. Cláudia Borim da Silva
 Secretária do COEP/USJT

Via - Pesquisador