

**Danilo Marcelo Leite do Prado**

**Efeito da perda de peso associada ao  
treinamento físico na eficiência ventilatória  
durante o exercício físico progressivo em  
crianças obesas**

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Mestre em Ciências

Área de concentração: Endocrinologia

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Mara Ferreira Villares

**São Paulo**

**2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Prado, Danilo Marcelo Leite do

Efeito da perda de peso associada ao treinamento físico na eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças obesas / Danilo Marcelo Leite do Prado. -- São Paulo, 2008.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Departamento de Clínica Médica.

Área de concentração: Endocrinologia.

Orientadora: Sandra Mara Ferreira Villares.

Descritores: 1.Obesidade 2.Ventilação pulmonar 3.Exercício 4.Dieta 5.Aptidão física 6.Criança

USP/FM/SBD-125/08

## **Dedicatória**

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e pelas inúmeras graças a mim concedidas.

A minha querida e amada mãe, pelo amor, pelo carinho, pela minha formação e pelo exemplo de vida.

A minha querida tia, Regina Helena, pela sua atenção, cooperação e pela minha formação.

Ao meu irmão Antônio Wilton, pelo carinho e amizade compartilhada ao longo de nossas vidas.

## **Agradecimentos**

À Dra. Sandra Villares, minha orientadora e professora, pela oportunidade de aprendizagem e influência na minha formação profissional e científica, por meio do exemplo de persistência, ética e seriedade, o meu profundo agradecimento.

À querida e amiga Profa. Dra., Ivani Credidio Trombetta, que participou com efetividade, dedicação e cumplicidade na finalização deste trabalho.

Ao professor, Carlos Eduardo Negrão, pela sua importante participação, apoio e suporte científico neste projeto.

Ao meu grande amigo, Alexandre Galvão, pelos momentos de amizade e incentivo, e pelo apoio incondicional em todas as circunstâncias.

Aos meus amigos, Rodrigo Gonçalves Dias e Wladimir Bolani, pelo carinho e amizade compartilhada da forma mais sincera e honesta.

As biólogas, Eliana e Isabel, o meu agradecimento pela presteza em todos os momentos.

Aos colegas médicos, nutricionistas, professores de educação física, estagiários e secretárias do ambulatório de endocrinologia do HC-FMUSP e da Unidade de Reabilitação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício do Instituto do Coração, que tiveram, todo mérito e todo o meu reconhecimento pela atenção e carinho dispensados em relação aos pacientes e pela coleta de dados.

Às minhas crianças e suas respectivas famílias, um agradecimento especial, sem as quais não seria possível a realização deste estudo.

A todos os amigos que porventura eu não tenha citado aqui, o meu muito obrigado.

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1-	Valores das variáveis antropométricas nos grupos obesos e eutróficos	.....25
Tabela 2-	Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos obesos e eutróficos	.....27
Tabela 3-	Valores das variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos obesos e eutróficos	.....27
Tabela 4-	Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício nos grupos obesos e eutróficos	.....29
Tabela 5-	Valores das variáveis ventilatórias no pico do exercício nos grupos obesos e eutróficos	.....30
Tabela 6-	Valores das variáveis antropométricas nos grupos de crianças obesas submetidas à dieta e dieta associada ao treinamento físico	.....33
Tabela 7-	Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos de crianças obesas submetidas à dieta e dieta associada ao treinamento físico	.....35
Tabela 8-	Valores das variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos de crianças obesas submetidas à dieta e dieta associada ao treinamento físico	.....36
Tabela 9-	Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício nos grupos de crianças obesas submetidas à dieta e dieta associada ao treinamento físico	.....38
Tabela 10-	Valores das variáveis ventilatórias no pico do exercício nos grupos de crianças obesas submetidas à dieta e dieta associada ao treinamento físico	.....39
Tabela 11-	Análise multivariada entre o VE/VCO <sub>2</sub> no limiar anaeróbio ventilatório, variáveis antropométricas, ventilatórias, e cardiorrespiratórias nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.	.....40

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1-	Espaço morto anatômico e estruturas alveolares	.....5
Figura 2-	Delineamento experimental	.....14
Figura 3-	Teste de esforço cardiopulmonar	.....17
Figura 4-	Equivalente ventilatório de dióxido de carbono no momento do limiar anaeróbio ventilatório nas crianças obesas e eutróficas	.....28
Figura 5-	Consumo de oxigênio relativo ao peso corporal no pico do exercício nas crianças obesas e eutróficas	.....30
Figura 6-	Tempo de exercício alcançado pelo grupo de crianças obesas e o grupo de crianças eutróficas, nas fases do limiar anaeróbio ventilatório e do pico de exercício durante o teste de esforço cardiopulmonar	.....31
Figura 7-	Equivalente ventilatório de dióxido de carbono no momento do limiar anaeróbio ventilatório nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico	.....36
Figura 8-	Consumo de oxigênio relativo ao peso corporal no pico do exercício nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico	.....39
Figura 9-	Tempo de exercício alcançado pelo grupo de crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico na fase do limiar anaeróbio ventilatório durante o teste de esforço cardiopulmonar	.....41
Figura 10-	Tempo de exercício alcançado pelo grupo de crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico, no pico do exercício durante o teste de esforço cardiopulmonar	.....42
Figura 11-	Equivalente ventilatório de dióxido de carbono no momento do limiar anaeróbio ventilatório nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica (Pós D) e dieta hipocalórica associada ao treinamento físico (Pós D+T) e crianças eutróficas	.....43

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ANOVA.</b>	Análise de Variância
<b>ASC.</b>	Área Superficial Corporal
<b>CO<sub>2</sub>.</b>	Dióxido de Carbono
<b>et al.</b>	e outros
<b>FC.</b>	Frequência Cardíaca
<b>FR.</b>	Frequência Respiratória
<b>IMC.</b>	Índice de Massa Corporal
<b>MM.</b>	Massa Magra
<b>MG.</b>	Massa Gorda
<b>O<sub>2</sub>.</b>	Oxigênio
<b>PETCO<sub>2</sub>.</b>	Pressão de Dióxido de Carbono ao final da Expiração
<b>PETO<sub>2</sub>.</b>	Pressão de Oxigênio ao final da Expiração
<b>RER.</b>	Razão da Troca Respiratória
<b>VC.</b>	Volume Corrente
<b>VCO<sub>2</sub>.</b>	Volume de Dióxido de Carbono produzido
<b>VD/VT.</b>	Espaço Morto Anatômico estimado pelo Volume Corrente
<b>VE.</b>	Ventilação Pulmonar
<b>VE/VO<sub>2</sub>.</b>	Equivalente Ventilatório de Oxigênio
<b>VE/VCO<sub>2</sub>.</b>	Equivalente Ventilatório de Dióxido de Carbono
<b>VO<sub>2</sub>.</b>	Volume de Oxigênio consumido



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>EP</b>	erro padrão
<b>kg</b>	quilogramas
<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	quilograma por metro quadrado
<b>m<sup>2</sup></b>	metro quadrado
<b>cm</b>	centímetros
<b>min</b>	minutos
<b>bat/min</b>	batimentos por minuto
<b>ml/bat</b>	mililitros por batimento
<b>L/min</b>	litros por minuto
<b>ml</b>	mililitros
<b>ml/kg/min</b>	mililitros por quilograma de peso corporal por minuto
<b>Ins/min</b>	incursões por minuto.
<b>mmHg</b>	milímetro de mercúrio
<b>%</b>	por cento

## SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	VI
Lista de Figuras.....	VII
Lista de Abreviaturas.....	VIII
Lista de Símbolos.....	IX
RESUMO.....	XIII
SUMMARY.....	XIV
1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1      Obesidade.....	1
1.2      Obesidade infantil.....	2
1.3      Obesidade e sistema cardiorrespiratório.....	3
1.4      Relação entre o espaço morto anatômico e ventilação alveolar.....	4
1.5      Obesidade e eficiência ventilatória.....	6
1.6      Eficiência ventilatória na criança.....	7
1.7      Obesidade infantil e eficiência ventilatória.....	9
1.8      Intervenções não medicamentosas e eficiência ventilatória.....	10
2. <b>OBJETIVOS</b> .....	12
3. <b>MÉTODOS</b> .....	13
3.1      Seleção dos pacientes.....	13
3.2      Delineamento do estudo.....	14
3.3      Métodos de avaliação.....	15
3.3.1    Avaliação antropométrica.....	15
3.3.2    Avaliação da composição corporal.....	15
3.3.3    Avaliação da capacidade cardiorrespiratória durante o exercício Progressivo Máximo.	15
3.3.3.1  Determinação do limiar anaeróbio ventilatório.....	18
3.3.3.2  Determinação da eficiência ventilatória.....	18

3.3.3.3	Variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas analisadas.....	19
3.4	Intervenções.....	20
3.4.1	Protocolo de dieta hipocalórica.....	20
3.4.2	Protocolo de treinamento físico.....	21
3.5	Seqüência experimental.....	22
4.	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>23</b>
5.	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
5.1	Efeito da obesidade.....	25
5.1.1	Dados antropométricos e características físicas.....	25
5.1.2	Resposta cardiorrespiratória.....	26
5.1.2.1	Limiar anaeróbio ventilatório.....	26
5.1.2.2	Pico do exercício.....	29
5.1.3	Tempo de exercício.....	31
5.2	Efeito da dieta e da dieta associada ao treinamento Físico.....	32
5.2.1	Dados antropométricos e características físicas.....	32
5.2.2	Resposta cardiorrespiratória.....	34
5.2.2.1	Limiar anaeróbio ventilatório.....	34
5.2.2.2	Pico do exercício.....	37
5.2.3	Tempo de exercício.....	41
5.3	Pós intervenção x crianças eutróficas.....	43
5.3.1	Eficiência ventilatória.....	43
6.	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
6.1	Impacto da obesidade infantil na eficiência ventilatória.....	44
6.2	Efeito da perda de peso associada à dieta hipocalórica e ao treinamento físico na eficiência ventilatória	48
7.	<b>LIMITAÇÕES.....</b>	<b>53</b>
8.	<b>IMPLICACOES CLINICAS.....</b>	<b>54</b>
9.	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>

<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## RESUMO

Prado DML. **Efeito da perda de peso associada ao treinamento físico na eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças obesas [Dissertação mestrado]**. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008.

Crianças obesas apresentam redução da capacidade cardiorrespiratória e o excesso de peso corporal pode levar a uma diminuição da eficiência ventilatória. Assim, testamos as hipóteses que em crianças obesas: 1) A eficiência ventilatória está diminuída; 2) a perda de peso associada à dieta hipocalórica melhora a eficiência ventilatória em crianças obesas durante o exercício físico progressivo; e 3) a perda de peso associada à dieta hipocalórica mais ao treinamento físico restaura a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo para os níveis observados em crianças eutróficas. Estudamos 38 crianças obesas ( $10,2 \pm 0,2$  anos;  $IMC > 95\%$ ) que foram divididas aleatoriamente em dois grupos: dieta ( $n=17$ ;  $IMC = 30 \pm 1$   $kg/m^2$ ) e dieta associada ao treinamento físico ( $n=21$ ;  $28 \pm 1$   $kg/m^2$ ). Dez crianças eutróficas controle foram incluídas no estudo ( $9,9 \pm 0,3$  anos;  $17 \pm 0,5$   $kg/m^2$ ). Todas as crianças realizaram teste cardiorrespiratório máximo em esteira para determinação do limiar anaeróbio ventilatório e da capacidade cardiorrespiratória. A eficiência ventilatória foi determinada pelo método do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) no limiar anaeróbio ventilatório. Crianças obesas mostraram reduzida capacidade cardiorrespiratória e menor eficiência ventilatória em comparação as controle ( $25,9 \pm 0,8$   $ml/kg/min$  vs.  $36,3 \pm 1,9$   $ml/kg/min$ ;  $39,3 \pm 0,9$  vs.  $32,9 \pm 0,5$ , respectivamente) ( $P < 0,05$ ). Após as intervenções todas as crianças obesas mostraram a mesma eficácia na redução do peso corporal (Dieta;  $\Delta = -5,4 \pm 0,7$   $kg$  e Dieta associada ao treinamento físico;  $\Delta = -6,6 \pm 0,7$   $kg$ ;  $P < 0,05$ ). O grupo submetido à dieta não melhorou a capacidade cardiorrespiratória e a eficiência ventilatória ( $P > 0,05$ ). Ao contrário, o grupo dieta associada ao treinamento físico teve aumento na capacidade cardiorrespiratória ( $\Delta VO_2 = 6,9 \pm 0,9$   $ml/kg/min$ ;  $P = 0,01$ ) e melhora na eficiência ventilatória ( $\Delta VE/VCO_2 = -6,1 \pm 0,9$ ;  $P = 0,01$ ). Além disso, após a dieta e treinamento físico a eficiência ventilatória foi similar entre as crianças obesas e o grupo controle. Estes resultados mostram que em crianças obesas a eficiência ventilatória está diminuída durante o exercício físico progressivo. Além disso, a perda de peso associada à dieta hipocalórica mais o treinamento físico, ao contrário da dieta isoladamente, foi capaz de restaurar a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo. A diminuição da dispnéia aos esforços pode contribuir para maior adesão aos programas de exercício físico bem como aumentar a atividade física espontânea, favorecendo assim maior gasto energético e manutenção da perda de peso.

*Descritores:* obesidade; ventilação pulmonar; exercício; dieta; aptidão física; criança.

## SUMMARY

Prado DML. **Effect of the weight loss associated with exercise training on ventilatory efficiency during graded exercise in obese children [Dissertation]**. Faculty of Medicine, University of São Paulo, SP (Brazil); 2008.

Obese children have reduced cardiorespiratory capacity and excess body weight can lead to an impaired ventilatory efficiency. Thus, we test the hypothesis that in obese children: 1) The ventilatory efficiency is decreased; and 2) Weight loss by diet alone improves the ventilatory efficiency and when diet is associated with exercise training could restore the ventilatory efficiency during graded exercise toward to lean children levels. Were studied 38 obese children ( $10.2 \pm 0.2$  years; BMI >95%) randomly divided into two groups: Diet ( $n=17$ ; BMI=  $30 \pm 1$  kg/m<sup>2</sup>) and Diet associated with exercise training ( $n=21$ ;  $28 \pm 1$  kg/m<sup>2</sup>). Ten lean children were included as control group ( $9.9 \pm 0.3$  years;  $17 \pm 0.5$  kg/m<sup>2</sup>). All children performed cardiopulmonary exercise test for determining the ventilatory anaerobic threshold and cardiorespiratory capacity. The ventilatory efficiency was determined by the ventilatory equivalent of carbon dioxide (VE/VCO<sub>2</sub>) method at ventilatory anaerobic threshold. Obese children showed lower cardiorespiratory capacity and lower ventilatory efficiency than control ( $25.9 \pm 0.8$  ml/kg/min vs.  $36.3 \pm 1.9$  ml/kg/min;  $39.3 \pm 0.9$  vs.  $32.9 \pm 0.5$ , respectively) ( $P < 0.05$ ). After interventions all obese children had reduced body weight (Diet;  $\Delta = -5.4 \pm 0.7$  kg and Diet associated with exercise training;  $\Delta = -6.6 \pm 0.7$  kg;  $P < 0.05$ ). The group submitted to the diet alone did not improve either the cardiorespiratory capacity or ventilatory efficiency ( $P > 0.05$ ). In contrast, the group submitted to diet associated with exercise training increases cardiorespiratory capacity ( $\Delta \text{VO}_2 = 6.9 \pm 0.9$  ml/kg/min;  $P = 0.01$ ) and improves ventilatory efficiency ( $\Delta \text{VE}/\text{VCO}_2 = -6.1 \pm 0.9$ ;  $P = 0.01$ ). Moreover, obese children submitted to diet associated with exercise training restore ventilatory efficiency showing similar responses during graded exercise compared to control group. In obese children, the ventilatory efficiency is impaired and weight loss by diet associated with exercise training, but not diet alone, improve ventilatory efficiency during the graded exercise toward to lean children levels. A decrease in dyspnea to efforts can contribute to greater adherence to the programs of physical exercise and increase the spontaneous physical activity, thus promoting greater energy expenditure and maintenance of weight loss.

**Descriptors:** obesity; pulmonary ventilation; exercise; diet; physical fitness; child.

## **1- INTRODUÇÃO**

### **1.1 Obesidade**

Define-se obesidade como um excesso de gordura corporal relacionado à massa magra (Monteiro, 1998). A prevalência da obesidade aumentou consideravelmente nos últimos anos nos países industrializados. Dados da National Health and Nutrition Examination Survey indicam que 1/3 (58 milhões) dos americanos adultos são obesos. A obesidade aumenta inexoravelmente o risco de mortalidade, pois esta associada à prevalência de doenças cardiovasculares (coronariopatias, hipertensão arterial, trombose venosa), alterações metabólicas (diabetes, dislipidemias), afecções pulmonares, renais, biliares e certos tipos de neoplasias (Villares, 1998). No entanto, os mecanismos que levam ao fenótipo obesidade são extremamente complexos. Embora a obesidade esteja relacionada a fatores genéticos, estudos comportamentais associam o crescimento do número de indivíduos obesos ao estilo de vida adotado pelo mundo moderno (Kopelman, 2000). É evidente que o fator ambiental é o principal determinante da epidemia da obesidade que vive hoje. Isto pode ser explicado pela dissociação entre o período que houve o aumento expressivo da obesidade, relacionado à mudança nos hábitos e estilo de vida, e o período necessário para estabelecer alterações genéticas substanciais. Um consenso da causa do aumento da obesidade no mundo industrializado é o consumo de grande proporção de calorias derivadas da gordura, associado a um estilo de vida sedentário (French et al., 2001; Jeeb e Moore, 1999).

De fato, estes dados demonstram que a obesidade é um problema de saúde pública, que merece destaque e atenção dos profissionais da saúde, objetivando minimizar os efeitos nocivos do excesso de gordura corporal.

## **1.2 Obesidade infantil**

A obesidade infantil tem-se apresentado com uma epidemia global. Nas últimas décadas duplicou-se a incidência de obesidade em crianças e adolescentes (Troiano e Flegal, 1998). Cabe observar que o crescimento da incidência da obesidade infantil esta aumentando de maneira alarmante e, em termos de saúde pública, tal fato pode desencadear a ocorrência cada vez mais precoce das complicações associadas à obesidade infantil, comprometendo assim, a saúde a médio e longo prazo.

As condições familiares parecem influenciar a prevalência da obesidade (Whitaker 1997). Hábitos como ingerir *fast foods*, ingestão de alimentos densos e gordurosos, refrigerantes e porções de alimentos ricos em açúcar com alto índice glicêmico podem levar a obesidade infantil (Villares et al., 2005). Além disso, pesquisas demonstram também que a inatividade da família prediz a inatividade da criança (Fagelholm et al., 1999). Crianças com idade entre 3 e 10 anos com pais obesos tem o dobro de chance de se tornarem adultos obesos quando comparadas com crianças obesas cujos pais não são obesos (Whitaker, 1997). Como a criança obesa tem maior risco de tornar-se um adulto obeso (Guo, 1994), poderá haver conseqüências negativas na saúde pública nos próximos anos, como resultado das comorbidades associadas à obesidade (Vam Itallie, 1985).



### 1.3 Obesidade e sistema cardiorrespiratório

Estudos prévios (Pflieger et al., 1994; Wang e Cerny, 2004) mostram que a obesidade pode influenciar profundamente os componentes do sistema de transporte de oxigênio (coração, pulmões e volume sanguíneo). Indivíduos obesos tipicamente demonstram maiores valores de débito cardíaco, volume sistólico e um volume plasmático mais expandido em relação a suas contrapartes eutróficas (Pflieger et al., 1994; Rowland et al., 2003). De fato, esta resposta se deve a uma taxa metabólica aumentada para realizar uma dada quantidade de trabalho externo, desse modo requerendo uma resposta cardiovascular exacerbada frente à realização de esforço (Wasserman et al., 2005).

Além disso, dentro do espectro respiratório, são observadas complicações pulmonares, como as doenças pulmonares obstrutivas crônicas representadas pela apnéia do sono e asma. Estas podem no indivíduo obeso limitar a prática de atividade física e aumentar a intolerância frente à realização de esforços (Figueroa Munhoz et al., 2001; Redline, 1999; Swartz, 1991). Na obesidade a massa adicionada sobre a parede torácica e a pressão aumentada sobre o abdômen levam a uma resposta ventilatória exacerbada durante a realização do exercício físico (Wang e Cerny, 2004; Wasserman et al., 2005). Deste modo, levando a alterações adversas durante a realização do exercício físico, devido à mecânica da respiração (Wang e Cerny, 2004; Wasserman et al., 2005; Delorey et al., 2005). Dentro desse contexto, a pressão abdominal aumentada pode comprimir a decida diafragmática durante a inspiração, reduzindo a

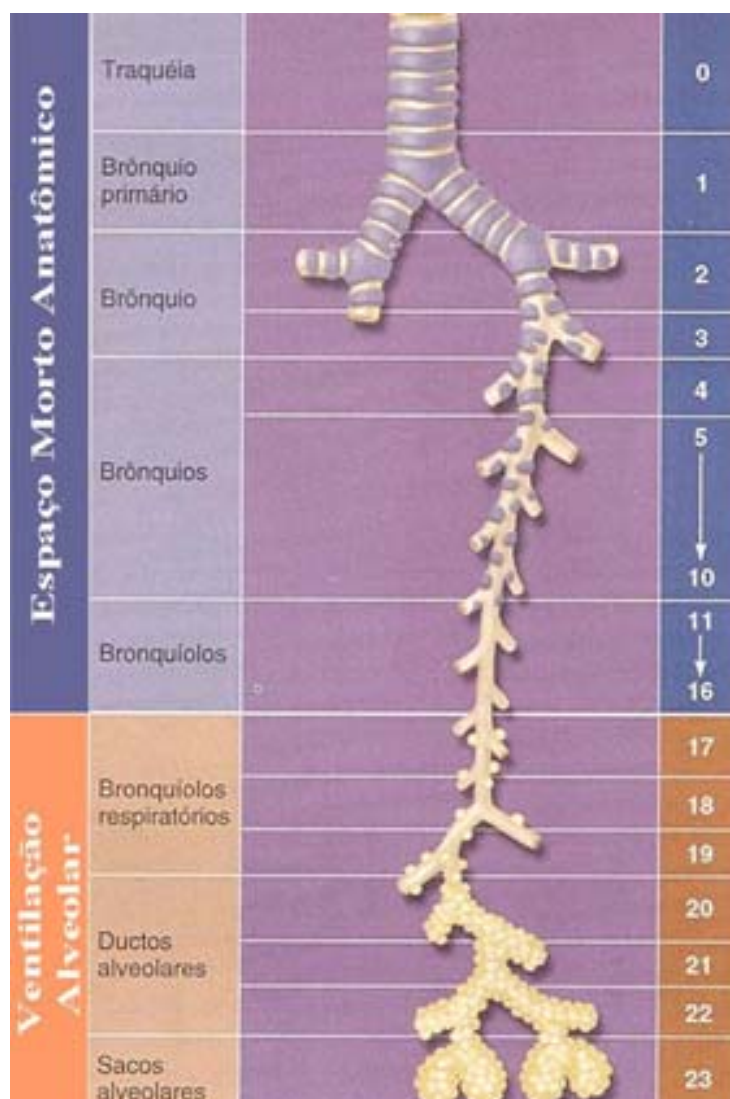
capacidade vital em indivíduos obesos (Wasserman et al., 2005; Delorey et al., 2005; Whipp e Davis, 1984).

#### **1.4 Relação entre o espaço morto anatômico e ventilação alveolar**

De fato, os pulmões proporcionam a superfície de separação entre o sangue e o meio ambiente externo gasoso alveolar circundante. Sua função principal é a permuta gasosa (Neder e Nery, 2003; Mcardle et al., 2004). No intuito de atender as demandas ventilatórias do exercício, o sistema respiratório pode, teoricamente, utilizar inúmeras combinações entre frequência respiratória (incursões respiratórias em um ciclo ventilatório normal) e volume corrente (volume de ar inspirado e expirado em cada ciclo respiratório normal). Tanto a frequência respiratória como o volume corrente são ajustados magistralmente em resposta às necessidades metabólicas do corpo (Neder e Nery, 2003; Mcardle et al., 2004). Além da pressão parcial de dióxido de carbono arterial controlada pelos centros respiratórios centrais, outro determinante da resposta ventilatória ao exercício físico é a fração do volume corrente que é direcionada no espaço morto anatômico. Uma vez que o ar é inalado para o interior do trato respiratório, ele é conduzido para as divisões de condução e respiratória do sistema respiratório. A ventilação do espaço morto anatômico, ou seja, o ar que preenche o nariz, a faringe, a traquéia e outras porções do sistema respiratório onde não se processam as trocas gasosas e a ventilação alveolar definem a distribuição do volume corrente nas divisões de condução e respiratória do sistema respiratório, respectivamente (Neder e Nery, 2003). A distribuição do volume corrente é

descrita pela razão entre o espaço morto anatômico estimado pelo volume corrente (VD/VT), que normalmente abrange entre 25 e 30% em condições de repouso (Wasserman et al., 2005).

Essa razão não somente reflete a distribuição da ventilação dentro do espaço morto anatômico, mas também indica a ventilação alveolar (Wasserman et al., 2005; Neder e Nery, 2003).



**Figura 1** – Espaço morto anatômico e estruturas alveolares (adaptado de Ref. 31).

Quando a razão VD/VT é baixa, a distribuição do volume corrente no espaço alveolar é alta, indicando um alto grau de interação entre a ventilação alveolar com o fluxo sanguíneo capilar pulmonar (Wasserman et al., 2005).

Para se adequar à demanda energética durante o exercício físico, a distribuição do volume corrente muda de acordo com a razão VD/VT, decaindo entre 5 a 20% a relação. Desse modo, aumentando sobremaneira o potencial externo de troca gasosa em nível alvéolo capilar (Wasserman et al., 2005). Embora o volume do espaço morto anatômico aumente durante o exercício físico (Asmussen e Nielsen, 1956; Grimby, 1969), esses incrementos são relativamente pequenos, quando comparados com o substancial aumento do volume corrente, que então diminui a razão VD/VT. A ventilação pulmonar será mais elevada quanto maior for o espaço morto anatômico como fração do volume corrente.

### **1.5 Obesidade e eficiência ventilatória**

A adoção de um padrão respiratório pela combinação de uma alta frequência respiratória com um baixo volume corrente promove uma elevação no componente resistivo da respiração, ou seja, o maior trabalho respiratório necessário para sobrepujar a resistência ao fluxo aéreo. Esse tipo de padrão respiratório adotado durante a realização do esforço físico aumenta muito a demanda em oxigênio destinada à respiração, dessa forma promovendo uma diminuição da eficiência ventilatória (Neder e Nery, 2003).

De fato, a ventilação pulmonar depende da atividade dos músculos respiratórios, portanto, é uma atividade realizada com gasto energético, que pode ser definido como o consumo de oxigênio pelos músculos respiratórios (Caruso, 2006). Se este gasto energético da contração muscular deslocar um volume de ar, haverá realização de trabalho, que é definido pelo produto do gradiente de pressão gerada pelos músculos respiratórios multiplicado pelo volume de ar deslocado na inspiração ou expiração. A relação entre a demanda energética e o trabalho realizado pode ser definida como a eficiência do sistema respiratório (Caruso, 2006).

Estudos prévios (Sakamoto et al., 1993; Sampson e Grassino, 1983) observaram que indivíduos obesos tendem a respirar tanto mais rapidamente como superficialmente no repouso e durante o exercício físico. Esse tipo de padrão respiratório freqüentemente observado na obesidade torna-se prejudicial pelo aumento do espaço morto anatômico e conseqüentemente do custo metabólico destinado à respiração (Wang e Cerny, 2004).

De fato, a baixa aderência de indivíduos obesos a programas regulares de exercício físico é influenciada grandemente pelo desconforto respiratório ou dispnéia (Delorey et al., 2005).

## **1.6 Eficiência ventilatória na criança**

As respostas fisiológicas ao exercício físico em crianças são maturacional dependentes (Boisseau e Delamarche, 2000; Springer et al., 1989; Prado et al., 2006), o que inviabiliza a extrapolação dos

conhecimentos fisiológicos adquiridos em adultos para as crianças (Kolata, 1986).

Com relação à função respiratória durante o exercício físico é observado um prejuízo na eficiência ventilatória em crianças quando comparado aos adultos (Springer et al., 1989; Prado et al., 2006).

Quando as crianças são submetidas a uma determinada intensidade submáxima absoluta de exercício como uma corrida a 7 Km/h em esteira ergométrica, a intensidade das respostas ventilatórias mostra-se exacerbadas em relação ao verificado em indivíduos adultos, diminuindo progressivamente com o transcorrer da idade (Rowland, 2005). Parte da explicação para essa peculiaridade observada na população pediátrica relaciona-se à mecânica da ventilação. Ou seja, a demanda energética dos músculos respiratórios para suprir um aumento da ventilação pulmonar durante o exercício físico é influenciada sobremaneira por ambos, complacência ou distensibilidade dos pulmões e parede torácica, assim como pela resistência ao fluxo aéreo oferecida pelas vias aéreas de condução (Rowland, 2005). Portanto, para um aumento da eficiência ventilatória durante o esforço físico é necessária uma maximização na condução do fluxo de ar pelas vias aéreas superiores, além de um aumento na complacência do tecido pulmonar (Rowland, 2005).

Dentro desse contexto, Lanteri e Sly, em 1993, verificaram que, com o avançar da idade, há uma elevação progressiva na complacência do tecido pulmonar e diminuição da resistência ao fluxo aéreo.

Por outro lado, outros autores (Gratas Delamarche et al., 1993), atribuem essa menor eficiência ventilatória a mecanismos neuro-humorais.

Segundo estes autores, as crianças apresentam um *setpoint* dos quimiorreceptores periféricos mais baixo para modulação da pressão parcial de dióxido de carbono arterial (PCO<sub>2</sub> arterial), resultando em uma ventilação pulmonar exacerbada frente à realização do esforço físico (Prado et al., 2006; Gratas Delamarche et al., 1993).

### **1.7 Obesidade infantil e eficiência ventilatória**

Apesar dos conhecimentos adquiridos em adultos obesos no que concerne à resposta ventilatória observada durante o exercício físico (Delorey et al., 2005), pouco se sabe a respeito de crianças obesas sobre a eficiência ventilatória destas frente à realização do esforço físico.

De fato, encontramos somente um estudo na literatura pediátrica avaliando a eficiência ventilatória em crianças obesas. Durante o exercício físico progressivo Marinov et al., 2002, através da relação entre ventilação pulmonar e volume de dióxido de carbono produzido não observaram diferenças no padrão ventilatório destas crianças em relação a suas contrapartes eutróficas. Entretanto, Inselma et al. (1993) através da prova de função pulmonar na condição de repouso encontraram alterações na função respiratória em crianças com obesidade. De fato, estes autores observaram que crianças obesas apresentam modificações pulmonares intrínsecas representadas por uma redução na área superficial alveolar relativa ao volume pulmonar total levando a uma diminuição na capacidade de troca gasosa em nível alveolocapilar. Além disso, foi observada uma diminuição

da resistência da musculatura ventilatória, estando fortemente relacionada com alterações na mecânica respiratória.

### **1.8 Intervenções não medicamentosas e eficiência ventilatória**

Terapias não medicamentosas como dieta e exercício físico podem ser estratégias importantes em modificar favoravelmente tanto a composição corporal, como em aprimorar a resposta ventilatória em crianças obesas.

A dieta hipocalórica e a prática regular de atividade física têm sido recomendadas como tratamento não farmacológico para indivíduos obesos (Weinstock et al., 1998). O déficit energético alcançado pela dieta reduz o peso corporal e a massa adiposa dos mesmos (McInnis, 2000). Além disso, o exercício físico intensifica o dispêndio de energia auxiliando também na perda ponderal destes indivíduos. Ainda mais, a prática regular de atividade física com predominância aeróbia promove adaptações favoráveis no componente cardiovascular, ventilatório e metabólico (Jones e Carter, 2000; Berggren et al., 2004). Com relação ao componente ventilatório é sabido que a atividade física aeróbia produz importantes adaptações principalmente durante o exercício físico em nível submáximo (Neder e Nery, 2003; Mcardle et al., 2004). Por exemplo, após apenas algumas semanas de treinamento, observa-se uma considerável redução nos equivalentes ventilatórios de oxigênio e dióxido de carbono assim como na frequência respiratória, portanto levando ao aumento da eficiência ventilatória durante o exercício físico. Além disso, o volume corrente torna-se maior, estando estreitamente relacionado a um maior condicionamento da musculatura respiratória



(Mcardle et al., 2004; Casaburi, 1987). Teoricamente, essas respostas adaptativas são importantes durante a prática do exercício físico aeróbio, primeiramente porque reduz os efeitos cansativos do exercício sobre a musculatura respiratória e por último o volume de oxigênio que não é utilizado pelos músculos respiratórios se torna disponível para os músculos periféricos facilitando desse modo, a realização do exercício físico (Mcardle et al., 2004; Harms et al., 1997).

Entretanto, em crianças obesas não encontramos na literatura, nenhum estudo associando a perda de peso relacionada à dieta hipocalórica isoladamente ou em associação com o treinamento físico com o objetivo de avaliar a eficiência ventilatória através da medida direta no consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono durante o exercício físico progressivo.

## 2- OBJETIVOS

Testar a hipótese que:

1. Crianças obesas apresentam reduzida eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo;
2. A perda de peso associada à dieta hipocalórica isoladamente melhora a eficiência ventilatória em crianças obesas durante o exercício físico progressivo;
3. A perda de peso relacionada à dieta hipocalórica mais o treinamento físico restaura a eficiência ventilatória em crianças obesas durante o exercício físico progressivo para os níveis observados em crianças eutróficas.

### **3- MÉTODOS**

#### **3.1 Seleção dos pacientes**

O protocolo de estudo foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade São Paulo (FMUSP). Os pacientes foram informados, detalhadamente sobre o estudo e, a seguir, solicitado o consentimento por escrito do responsável, através do "consentimento pós-informado" (ANEXO A).

O grupo de estudo foi constituído de crianças obesas e crianças não obesas (magras), acompanhadas pelo Ambulatório de Obesidade Infantil do Hospital das Clínicas FMUSP, não aparentadas, e que não receberam medicação de uso crônico. Elas foram avaliadas no referido Ambulatório e na Unidade de Reabilitação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da FMUSP.

O grupo de estudo, foi, portanto constituído de 38 crianças obesas (obesidade definida pelos critérios de idade, sexo e IMC (Cole et al., 2000), e 10 crianças eutróficas, seguidas através de critérios de inclusão e exclusão: 1) faixa etária com variações de idade entre 08 e 12 anos; 2) índice de massa corporal (IMC) superior ao percentil 95% para o grupo de crianças obesas e abaixo de 85% para o grupo de crianças eutróficas (ANEXO B e C) (Cole et al., 2000); 3) ausência de medicação de uso crônico; 4) sem evidências de doenças cardiovasculares, hormonais e metabólicas durante o estudo; 5) ausência em participação de programas de treinamento físico regular.

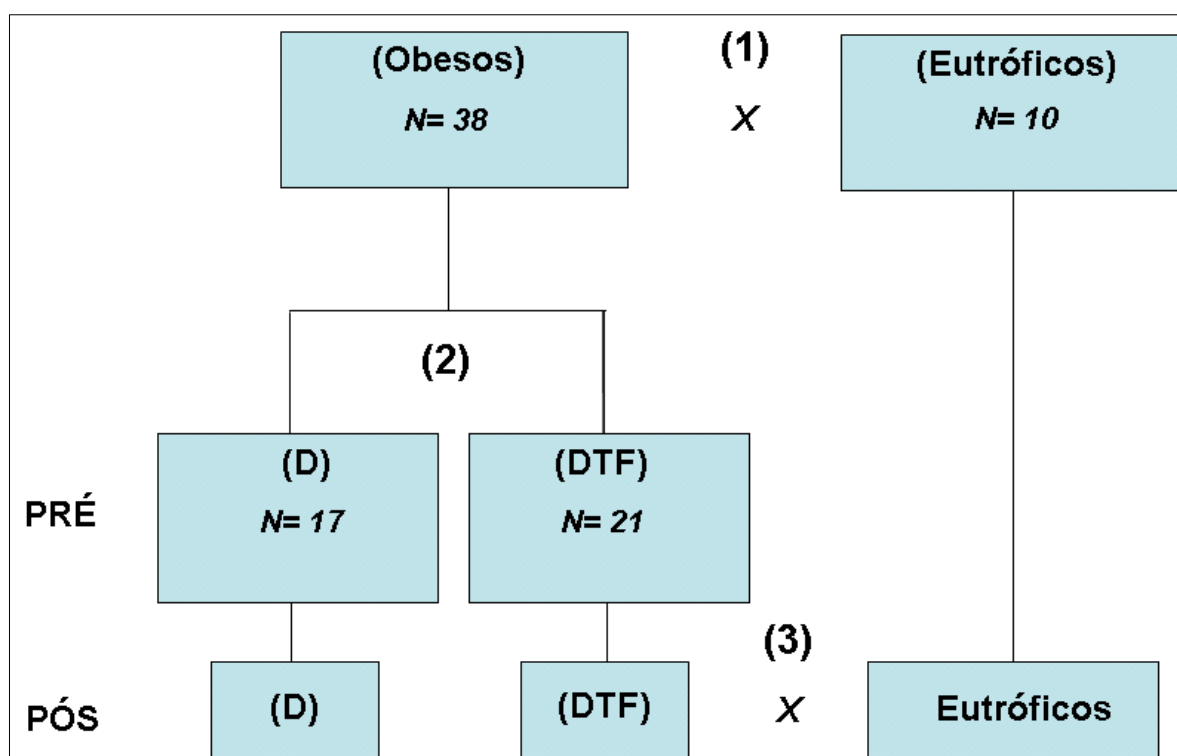
### 3.2 Delineamento do estudo

As crianças foram divididas em (3) grupos:

Grupo **D**: 17 crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica;

Grupo **DTF**: 21 crianças obesas submetidas à dieta e treinamento físico;

Grupo **E**: 10 crianças eutróficas sem nenhuma intervenção (grupo controle).



**Figura 2** – Delineamento experimental. 1) Comparação entre crianças obesas e crianças eutróficas; 2) Efeito das intervenções dieta (D) e dieta associada ao treinamento físico (DTF); 3) Comparação do período pós D e DTF com crianças eutróficas.

### 3.3 Métodos de avaliação

**3.3.1 Avaliação antropométrica.** O peso corporal foi aferido por uma balança eletrônica com a criança vestida apenas com roupas leves. A estatura foi medida por um estadiômetro “*Harpender*”. Através da mensuração do peso corporal e da estatura de cada participante, foi calculado o IMC, o z score do IMC pelo método LMS (Cole, 1990), e a área superficial corporal com a seguinte equação ( $0.02350 \times \text{altura}^{0.42246} \times \text{peso}^{0.51456}$ ) (Gehan e Georges, 1970).

**3.3.2 Avaliação da composição corporal.** As crianças foram avaliadas através da bioimpedância (*RJL Systems, Clinton Township, MI*) (Houtkooper et al., 1992). Este método foi anteriormente testado e validado quando comparado ao método de medidas de tecidos moles periféricos e centro-regionais por meio das medidas por densitometria *Dual Energy x ray Absortometry* (DEXA) (HOLOGIC QDR- 2000 Densiometer) (ANEXO D).

### 3.3.3 Avaliação da capacidade cardiorrespiratória durante o exercício progressivo máximo

Inicialmente foi realizado um eletrocardiograma em repouso utilizando-se as doze derivações padrão (D1, D2, D3, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6). Em seguida, a pressão arterial de repouso foi medida pelo método auscultatório com esfigmomanômetro coluna de mercúrio. Os participantes do estudo realizaram um teste ergométrico, em esteira rolante (*Quinton 645, Quinton instruments*), seguindo um protocolo em rampa com

aumento a cada minuto na carga de trabalho (velocidade e/ou inclinação) até a exaustão (ANEXO E).

Todos os participantes foram estudados em ambiente com temperatura controlada (20- 22°) e pelo menos duas horas após a refeição.

Além disso, eles foram orientados a não ingerir bebidas cafeinadas e não fazer atividade física nas 24 horas antecedentes ao exame.

Durante o teste de esforço, o comportamento cardiovascular foi continuamente avaliado através de eletrocardiógrafo, com as doze derivações simultâneas (D1, D2, D3, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6). A frequência cardíaca (FC) foi registrada em repouso com a criança posicionada na esteira rolante, ao final de cada minuto do teste de esforço e no 1°, 2°, 4° e 6° minuto de recuperação. A pressão arterial foi medida sempre pelo mesmo avaliador, em repouso, a cada dois estágios de exercício e no 1°, 2°, 4° e 6° minuto do período de recuperação.

A avaliação da capacidade aeróbia máxima foi feita através da medida direta do consumo de oxigênio no pico do exercício ( $VO_{2pico}$ ).

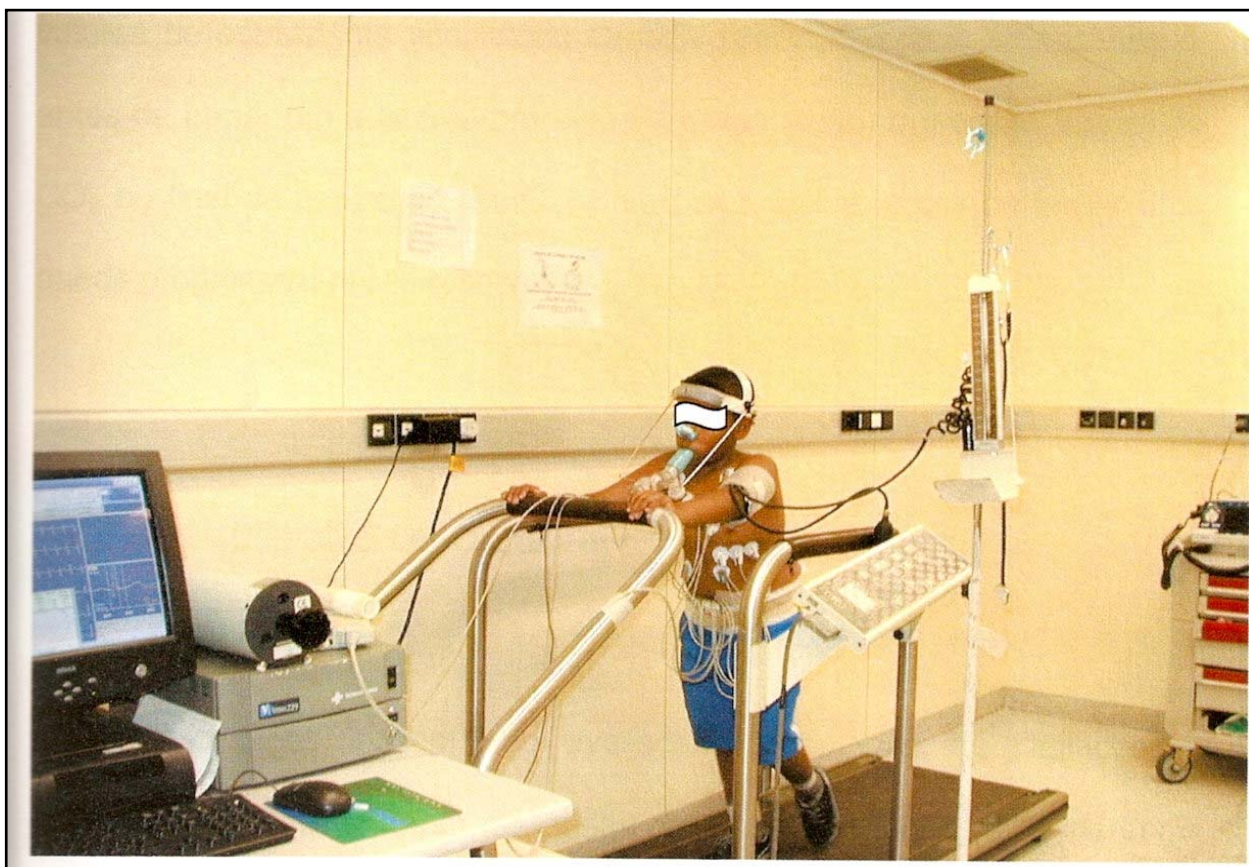
Simultaneamente ao teste de esforço, cada participante do estudo foi conectado a um ergoespirômetro computadorizado (*Sensormedics-Vmáx Series modelo Vmáx 229 Pulmonary Function/ Cardiopulmonary Exercise Testing Instrument*), através de um sistema de válvula e sensor onde a ventilação pulmonar (VE) foi medida a cada expiração. Através de sensores de oxigênio ( $O_2$ ) e de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) foram analisadas as frações expiradas de  $O_2$  e  $CO_2$ , respectivamente, a cada ciclo respiratório.

A partir das análises da VE e das concentrações dos gases expirados, foram calculados o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e a produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ).

O  $VO_{2\text{pico}}$  foi considerado como o consumo de  $O_2$  obtido no pico do exercício, quando o indivíduo não conseguiu mais manter a velocidade imposta pelo ergômetro.

Foi considerada como avaliação cardiopulmonar máxima quando cada criança atingiu um dos seguintes critérios (Rowland, 1993):

- 1) Evidência subjetiva de exaustão. Por exemplo: hiperventilação;
- 2) Freqüência cardíaca de pico  $> 190$  batimentos/min;
- 3) Razão da troca respiratória (RER)  $> 1,00$ .



**Figura 3** – Teste de esforço cardiopulmonar.

### 3.3.3.1 Determinação do limiar anaeróbio ventilatório

Além da determinação da capacidade funcional máxima de cada participante do estudo, foi determinado o limiar anaeróbio ventilatório (LAV), utilizado tanto para a prescrição da intensidade do treinamento físico como para a análise da eficiência ventilatória em nível submáximo relativo.

O LAV foi determinado sempre pelo mesmo avaliador, com a utilização dos seguintes critérios (Wasserman et al., 1973; Wasserman, 1984):

- 1) Valores de equivalente ventilatório de oxigênio ( $VE/VO_2$ ) e pressão parcial de oxigênio ao final da expiração ( $PET_{O_2}$ ) mais baixo, isto é, antes de iniciarem um aumento progressivo, sem elevação concomitante do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ );
- 2) Perda de linearidade da relação entre consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e a produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ );
- 3) Incremento não-linear do valor da razão da troca respiratória (RER).

### 3.3.3.2 Determinação da eficiência ventilatória

A eficiência ventilatória foi determinada durante o exercício físico progressivo pela observação do valor do  $VE/VCO_2$  no momento da identificação do limiar anaeróbio ventilatório (Sun et al., 2002).



### 3.3.3.3 Variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas analisadas

Foram obtidas as seguintes variáveis ao estudo ergoespirométrico, durante o exercício físico progressivo:

1. Variáveis cardiovasculares no limiar anaeróbio ventilatório e no pico do exercício:

- Frequência cardíaca (FC), em bat/min;
- Pulso de oxigênio (pulso  $O_2$ ), em ml/bat – obtido pela razão entre consumo de oxigênio em L/min e a frequência cardíaca.

2. Troca gasosa, no limiar anaeróbio ventilatório e no pico do exercício:

- Consumo de oxigênio absoluto ( $VO_2$  L/min);
- Consumo de oxigênio relativo ao peso corporal ( $VO_2$  ml/kg/min);
- Razão da troca respiratória (RER) ( $VCO_2/VO_2$ ).

3. Variáveis ventilatórias, no limiar anaeróbio ventilatório e no pico do exercício:

- Ventilação pulmonar (VE), em L/min;
- Frequência respiratória (FR), em ins/min;
- Volume corrente (VC), em L/min;
- Equivalente ventilatório de oxigênio ( $VE/VO_2$ );
- Equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ );
- Espaço morto funcional estimado pelo volume corrente ( $VD/VT$ ).

### **3.4 Intervenções**

#### **3.4.1 Protocolo de dieta hipocalórica**

As avaliações e orientações dietéticas foram realizadas por uma nutricionista e a aderência controlada em consultas mensais (cinco consultas no total), através da avaliação do peso corporal e inquérito alimentar. Com o objetivo de submeter os participantes à dieta hipocalórica por quatro meses, foi realizada uma anamnese alimentar, sendo questionado o hábito alimentar da criança para se detectar os possíveis erros dietéticos e possibilitar uma correta e individual intervenção. O hábito alimentar foi investigado em relação às quantidades de proteínas totais, carboidratos totais, carboidratos simples, carboidratos complexos, gordura total, gordura polinsaturada, monoinsaturada e insaturada, fibras dietéticas, colesterol dietético, vitamina C e micronutrientes (cálcio, ferro e fósforo).

As recomendações nutricionais foram estruturadas por meio de um inquérito alimentar, sendo essas baseadas segundo a RDA (*Recommended Dietary Allowances*) (WHO, 1985). O valor calórico total foi orientado através de uma média do estabelecido para crianças eutróficas, já que na RDA não há recomendação para crianças obesas. O valor calórico total foi de 1800 kcal/dia, seguindo uma recomendação alimentar de, aproximadamente, 55% de carboidrato, 15% de proteína e 30% de gordura. As crianças eram acompanhadas pelos familiares. Assim, a nutricionista que realizava o atendimento visava ao envolvimento dos mesmos com o tratamento.

Só foram incluídas no protocolo as crianças com adesão ao tratamento dietoterápico. Foram excluídas aquelas que, por algum motivo, não participaram do número mínimo de quatro consultas ou não tiveram sucesso na redução do peso corporal.

### **3.4.2 Protocolo de treinamento físico**

Após as avaliações iniciais, um grupo aleatório (Protocolo Randomizado) de crianças obesas foi submetido a um período de quatro meses de treinamento físico, com uma frequência de três sessões semanais e duração de 60 minutos para cada sessão, assim distribuídos:

- 5 minutos de alongamento;
- 30 minutos de exercício aeróbio (caminhada/corrída), com intensidade em nível ou 10% acima do limiar anaeróbio ventilatório, que foi monitorada pela frequência cardíaca correspondente;
- 25 minutos de jogos lúdicos.

As crianças do grupo submetido somente à dieta hipocalórica que não realizaram o protocolo de treinamento físico permaneceram sedentárias.

Além dos acompanhamentos com nutricionistas, todos os pacientes passaram por consultas mensais com os psicólogos.

### **3.5 Seqüência experimental**

#### **Visita nº 1:**

- Anamnese;
- Exame Físico;
- Orientação ao Paciente;
- Termo de Consentimento Informado.

#### **Visita nº 2:**

Avaliação Cardiorrespiratória, na seguinte seqüência:

- 1) ECG de Repouso;
- 2) Adaptação da criança ao bucal onde foi observada durante alguns minutos a completada adaptação dos parâmetros cardiorrespiratórios;
- 3) Fase de aquecimento com duração de 2 minutos;
- 4) Exercício progressivo máximo;
- 5) Fase de recuperação com duração de 6 minutos.

#### 4- ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis analisadas neste estudo foram submetidas ao teste de *Kolmogorovsminnoff* para considerar se apresentavam distribuição normal. As variáveis que não apresentaram esta distribuição foram analisadas após transformação logarítmica.

Foi utilizado o teste t de student para dados não pareados para verificar a existência de diferenças nas características físicas e nas variáveis cardiorrespiratórias no momento do limiar anaeróbio ventilatório e no pico do exercício entre crianças obesas e eutróficas.

Para a análise do efeito das intervenções nas características físicas e variáveis cardiorrespiratórias no momento do limiar anaeróbio ventilatório e no pico do exercício utilizamos a análise de variância de dois caminhos para medidas repetidas (Two-way ANOVA). Em caso de significância, foram realizadas comparações pelo método de Tukey.

Com o objetivo de verificar a influencia das variáveis antropométricas, do padrão ventilatório e capacidade cardiorrespiratória na eficiência ventilatória após o período de intervenção foi utilizada a analise multivariada.

Na comparação da eficiência ventilatória no momento do limiar anaeróbio ventilatório entre o período pós-intervenção das crianças obesas com o grupo de crianças magras, foi utilizada a análise de variância de um caminho para medidas repetidas (One-way ANOVA). Em caso de significância, foram realizadas comparações pelo método de Tukey.

Valores de probabilidade  $\leq 0,05$  foram considerados como estatisticamente significante.

Os procedimentos estatísticos foram realizados através do SPSS versão 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

## 5 – RESULTADOS

### 5.1 Efeito da obesidade

Foram avaliadas inicialmente 38 crianças obesas e 10 crianças eutróficas com idade que variou entre 08 a 12 anos

#### 5.1.1 Dados antropométricos e características físicas

Na tabela 1 podemos avaliar os dados antropométricos e as características físicas das crianças obesas e eutróficas. As crianças obesas e as crianças eutróficas apresentaram a mesma idade e valores de altura semelhantes. Entretanto, o grupo de crianças obesas, mostrou valores significativamente maiores quanto às variáveis antropométricas (peso corporal, IMC, Z-score do IMC e ASC).

**Tabela 1- Valores das variáveis antropométricas nos grupos obesos e eutróficos**

	<b>Obesos (N=38)</b>	<b>Eutróficos (N=10)</b>	<b>P</b>
<b>Idade, anos</b>	10,2±0,2	9,9±0,3	0,49
<b>Peso, kg</b>	62,1±2,0	35,8±1,3	0,001
<b>Altura, cm</b>	145,7±1,5	142,8±1,9	0,35
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>	29,0±0,6	17,6±0,5	0,001
<b>Z score (IMC)</b>	2,3±0,0	0,2±0,3	0,001
<b>ASC (m<sup>2</sup>)</b>	1,62±0,0	1,24±0,0	0,001

Os valores estão como média ± EP. IMC, Índice de massa corporal; ASC, Área superficial corporal.

## **5.1.2 Resposta cardiorrespiratória**

### **5.1.2.1 Limiar anaeróbio ventilatório**

Os valores no momento da identificação do limiar anaeróbio ventilatório são mostrados nas tabelas 2 e 3 e figura 4. Nota-se que ocorreram diferenças estatísticas entre os grupos, para as variáveis pulso de oxigênio, consumo de oxigênio em l/min e razão da troca respiratória com as crianças obesas apresentando valores significativamente maiores (tabela 2). Entretanto, para o consumo de oxigênio relativo ao peso corporal, o grupo de crianças obesas mostrou valores estatisticamente menores em relação às crianças eutróficas (tabela 2).

Já com relação às variáveis ventilatórias, o grupo de crianças obesas mostrou valores significativamente maiores para a ventilação pulmonar, frequência respiratória e VD/VT (tabela 3). Além disso, o grupo de crianças obesas mostrou valores estatisticamente maiores para a variável equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> em relação aos controles eutróficos (figura 4).



**Tabela 2- Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos obesos e eutróficos**

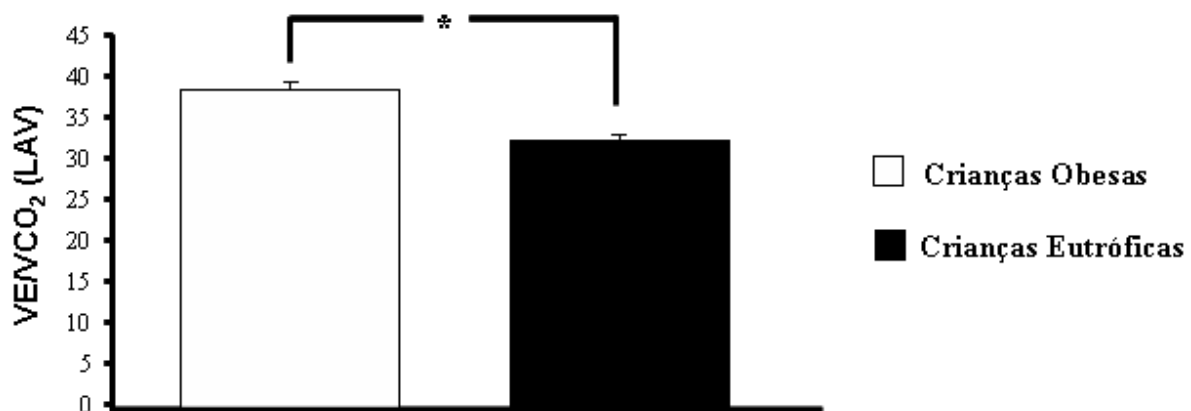
	<b>Obesos (N=38)</b>	<b>Eutróficos (N=10)</b>	<b>P</b>
<b>FC (bat/min)</b>	161±2,1	159±1,9	0,52
<b>Pulso O<sub>2</sub> (ml/bat)</b>	7,1±0,3	6,2±0,2	0,01
<b>VO<sub>2</sub> (L/min)</b>	1,17±0,0	0,98±0,0	0,01
<b>VO<sub>2</sub> (ml/kg/min)</b>	18,3±0,5	27,0±1,3	0,001
<b>RER (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>)</b>	0,91±0,0	0,88±0,0	0,02

Os valores estão como média ± EP. FC, Frequência cardíaca; VO<sub>2</sub>, Consumo de oxigênio; RER, Razão da troca respiratória.

**Tabela 3- Valores das variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos obesos e eutróficos**

	<b>Obesos (N=38)</b>	<b>Eutróficos (N=10)</b>	<b>P</b>
<b>VE L/min</b>	40,3±1,1	32,0±2,6	0,01
<b>FR (ins/min)</b>	45,6±1,4	35,9±1,5	0,001
<b>VC (L/min)</b>	0,91±0,0	0,82±0,0	0,16
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	36,2±0,5	33,8±0,7	0,10
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	39,3±0,9	32,9±0,5	0,001
<b>VD/VT</b>	0,31±0,0	0,24±0,0	0,003

Os valores estão como média ± EP. VE, Ventilação pulmonar; FR, Frequência respiratória; VC, Volume corrente; VE/VO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de dióxido de carbono; VD/VT, Relação entre o espaço morto funcional estimado pelo volume corrente.



**Figura 4** – Equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) no momento do limiar anaeróbio ventilatório (LAV) nas crianças obesas e eutróficas. \*  $P = 0,001$  entre os grupos.

### 5.1.2.2 Pico do Exercício

Observamos que durante o pico de exercício o grupo de crianças obesas apresentou valores significativamente maiores para as variáveis pulso de oxigênio e consumo de oxigênio em L/min (tabela 4).

Entretanto, para a variável consumo de oxigênio relativo ao peso corporal, as crianças obesas mostraram valores estatisticamente menores em relação as suas contrapartes eutróficas (figura 5).

Com relação às variáveis ventilatórias, o grupo de crianças obesas mostrou valores estatisticamente maiores para a ventilação pulmonar, frequência respiratória e VD/VT (tabela 5).

**Tabela 4- Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício nos grupos obesos e eutróficos**

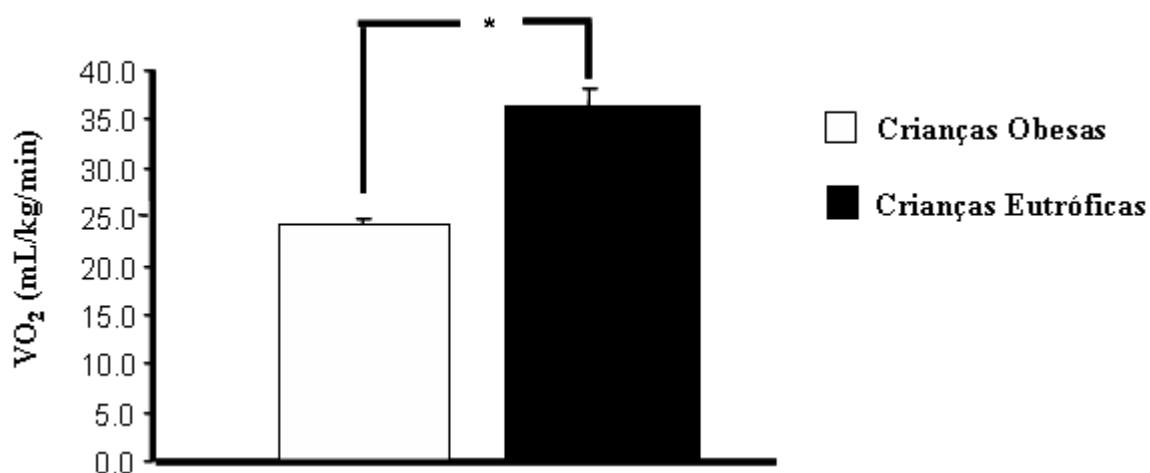
	<b>Obesos (N=38)</b>	<b>Eutróficos (N=10)</b>	<b>P</b>
<b>FC (bat/min)</b>	191,8±1,9	193,6±2,0	0,66
<b>Pulso O<sub>2</sub> (ml/bat)</b>	8,4±0,3	6,7±0,3	0,01
<b>VO<sub>2</sub> (L/min)</b>	1,61±0,1	1,29±0,1	0,01
<b>VO<sub>2</sub> (ml/kg/min)</b>	24,3±0,5	36,3±1,9	0,001
<b>RER (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>)</b>	1,01±0,0	1,02±0,0	0,59

Os valores estão como média ± EP. FC, Frequência cardíaca; VO<sub>2</sub>, Consumo de oxigênio; RER, Razão da troca respiratória.

**Tabela 5- Valores das variáveis ventilatórias no pico do exercício nos grupos obesos e eutróficos**

	<b>Obesos (N=38)</b>	<b>Eutróficos (N=10)</b>	<b>P</b>
<b>VE L/min</b>	59,9±2,2	50,1±2,9	0,03
<b>FR (ins/min)</b>	54,7±1,3	46,2±1,8	0,003
<b>VC (L/min)</b>	1,12±0,1	0,97±0,1	0,16
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	37,8±0,7	37,0±0,8	0,55
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	39,4±0,7	39,5±1,2	0,95
<b>VD/VT</b>	0,25±0,0	0,20±0,0	0,001

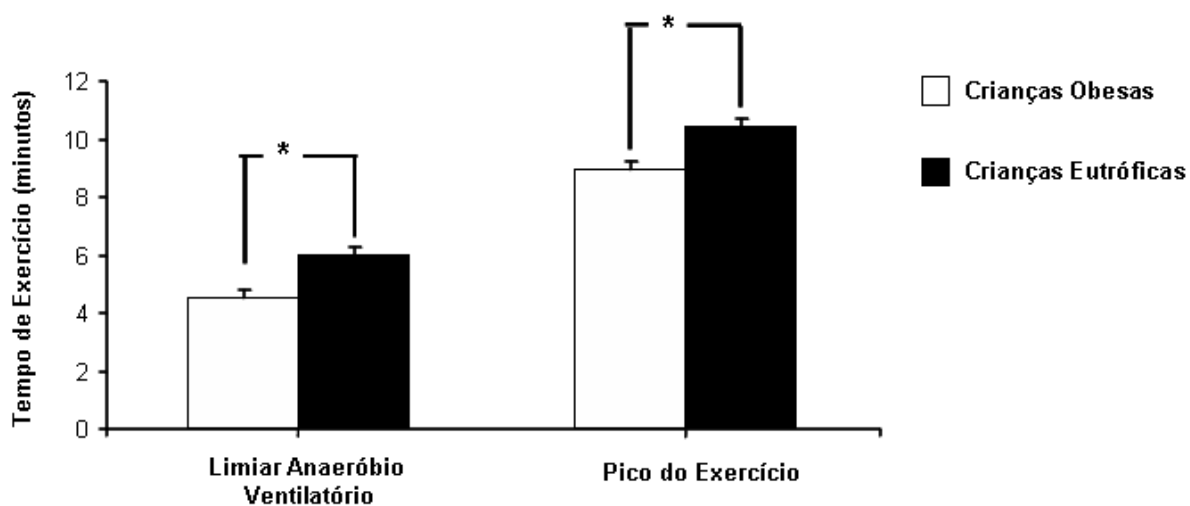
Os valores estão como média ± EP. VE, Ventilação pulmonar; FR, Frequência respiratória; VC, Volume corrente; VE/VO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de dióxido de carbono; VD/VT, Relação entre o espaço morto funcional estimado pelo volume corrente.



**Figura 5** – Consumo de oxigênio relativo ao peso corporal (VO<sub>2</sub> ml/kg/min) no pico do exercício nas crianças obesas e eutróficas. \* P = 0,001 entre os grupos.

### 5.1.3 Tempo de exercício

O tempo de exercício realizado pelos grupos obesos e eutróficos, tanto no limiar anaeróbio ventilatório como no pico do esforço são mostrados na (figura 6). Nota-se que em ambas as fases o grupo de crianças obesas apresentou valores significativamente menores em relação às crianças eutróficas.



**Figura 6** - Tempo de exercício em minutos alcançado pelo grupo de crianças obesas e o grupo de crianças eutróficas, nas fases do limiar anaeróbio ventilatório e do pico de exercício durante o teste de esforço cardiopulmonar. \*  $P \leq 0,05$  entre os grupos.

## **5.2 Efeito da dieta e da dieta associada ao treinamento físico**

### **5.2.1 Dados antropométricos e características físicas**

Os dados antropométricos no período pré-intervenção e pós-intervenção estão apresentados na tabela 6.

Antes das intervenções, os grupos estudados apresentavam valores antropométricos semelhantes. A idade, o peso corporal, a altura, o IMC, o Z score do IMC, a área superficial corporal, massa magra, massa gorda e percentual de gordura corporal foram similares entre os grupos de crianças obesas randomizadas à dieta e dieta associada ao treinamento físico.

Após o período de intervenção, houve uma redução significativa em ambos os grupos nos valores de peso corporal, IMC, Z score do IMC, área superficial corporal, massa magra, massa gorda e percentual de gordura corporal.

Quando comparamos as mudanças nas características antropométricas dos dois grupos estudados, observamos que após o período de intervenção, ambos os grupos apresentaram a mesma eficácia em relação à diminuição do peso corporal total, IMC, Z score do IMC, área superficial corporal, massa magra, massa gorda e percentual de gordura corporal (tabela 6).

**Tabela 6- Valores das variáveis antropométricas nos grupos de crianças obesas submetidas á dieta e dieta associada ao treinamento físico**

	Dieta (N=17)		Dieta e treinamento físico (N=21)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>Idade, anos</b>	10,2±0,3	10,6±0,3*	10,1±0,2	10,6±0,2*
<b>Peso, kg</b>	64,0±3,2	58,6±2,9*	60,6±2,5	54,0±2,1*
<b>Altura, cm</b>	146,5±2,5	148,6±2,3*	146,0±1,7	147,3±1,8*
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>	29,6±0,8	26,4±0,8*	28,5±0,8	25,0±0,7*
<b>Z score (IMC)</b>	2,3±0,1	2,0±0,1*	2,3±0,1	1,8±0,1*
<b>ASC (m<sup>2</sup>)</b>	1,65±0,0	1,60±0,0*	1,59±0,0	1,50±0,0*
<b>MM, kg</b>	39,9±1,9	39,2±1,8*	38,8±1,5	37,5±1,3*
<b>MG, kg</b>	23,3±1,5	19,2±1,2*	20,1±1,6	16,6±1,0*
<b>MG, (%)</b>	36,4±0,8	32,5±0,8*	33,4±1,6	30,2±1,2*

Os valores estão como média ± EP. IMC, Índice de massa corporal; ASC, Área superficial corporal; MM, Massa magra; MG, Massa gorda. \*P<0,05 vs Pré

## **5.2.2 Resposta cardiorrespiratória**

### **5.2.2.1 Limiar anaeróbio ventilatório**

Os dados cardiovasculares, da troca gasosa e ventilatórios no momento da identificação do limiar anaeróbio ventilatório são mostrados nas tabelas 7 e 8 e figura 7.

Antes do período de intervenção, os valores para as variáveis ventilatórias no momento da identificação do limiar anaeróbio foram semelhantes entre os grupos (tabela 8 e figura 7).

O grupo de dieta hipocalórica e de dieta associada ao treinamento físico, após quatro meses de intervenção, mostraram valores significativamente menores para a variável frequência cardíaca (tabela 7). Entretanto, somente o grupo de dieta associada ao treinamento físico, após o período de intervenção mostrou alterações significativamente menores para a razão da troca respiratória (tabela 7).

Quando verificamos o efeito das intervenções sobre as variáveis ventilatórias, as crianças obesas submetidas à dieta associada ao treinamento físico reduziram significativamente os valores de ventilação pulmonar, frequência respiratória, equivalente ventilatório de  $O_2$  e  $VD/VT$ . Houve, ainda, um aumento significativo no volume corrente após esta terapia (tabela 8).

Além disso, após quatro meses de intervenção as crianças obesas submetidas à dieta e treinamento físico programado demonstraram valores



estatisticamente menores para a variável equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> (figura 7).

Por outro lado, não foi verificada nenhuma alteração no padrão ventilatório no grupo de crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica (tabela 8 e figura 7).

Na comparação entre os grupos de terapia observamos que o grupo de dieta, não obteve diferenças expressivas nos valores de frequência cardíaca e razão da troca respiratória quando comparado ao grupo de crianças obesas submetidas à dieta associada ao treinamento físico (tabela 7).

Entretanto, no que concerne aos parâmetros ventilatórios, o grupo dieta associada ao treinamento físico, mostrou alterações significantes no volume corrente, equivalente ventilatório de O<sub>2</sub>, e VD/VT (tabela 8). Assim como, para o equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> (figura 7).

**Tabela 7- Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos de crianças obesas submetidas à dieta e dieta associada ao treinamento físico**

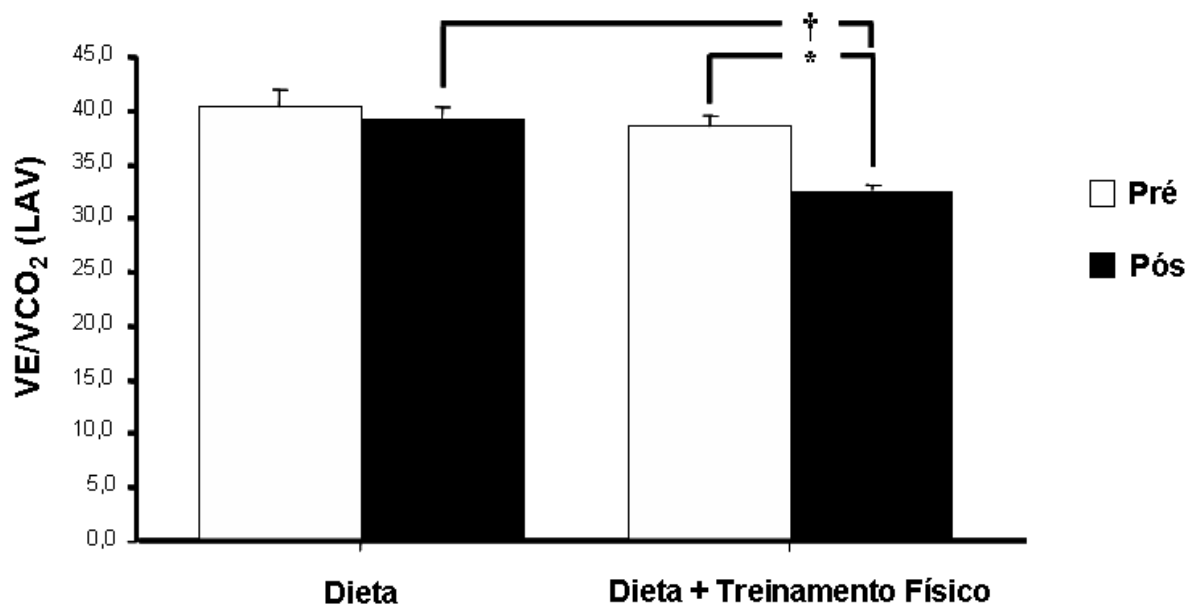
	Dieta (N=17)		Dieta e treinamento físico (N=21)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>FC (bat/min)</b>	62,2±3,4	154,9±3,9*	160,0±2,7	148,4±3,1*
<b>Pulso O<sub>2</sub> (ml/bat)</b>	6,8±0,5	6,7±0,4	7,4±0,2	7,8±0,3
<b>VO<sub>2</sub> (L/min)</b>	1,09±0,1	1,03±0,1	1,24±0,1	1,17±0,1
<b>VO<sub>2</sub> (ml/ kg/min)</b>	17,0±0,7	17,7±0,7	19,4±0,7	21,3±1,0
<b>RER (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>)</b>	0,91±0,0	0,92±0,0	0,90±0,0	0,87±0,0*

Os valores estão como média ± EP. FC, Frequência cardíaca; VO<sub>2</sub>, Consumo de oxigênio; RER, Razão da troca respiratória. \*P ≤ 0,05 vs Pré.

**Tabela 8- Valores das variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório nos grupos de crianças obesas submetidas á dieta e dieta associada ao treinamento físico**

	Dieta (N=17)		Dieta e treinamento físico (N=21)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>VE L/min</b>	37,6±1,5	34,7±1,6	42,4±1,4	33,7±1,0*
<b>FR (ins/min)</b>	43,8±1,0	42,0±1,2	47,0±2,3	39,2±2,1*
<b>VC (L/min)</b>	0,93±0,1	0,88±0,1	0,90±0,0	1,06±0,1*†
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	36,2±0,8	35,8±0,9	36,1±0,7	32,8±1,0*†
<b>VE/CO<sub>2</sub></b>	40,4±1,6	39,2±1,2	38,5±1,0	32,4±0,5*†
<b>VD/VT</b>	0,30±0,0	0,28±0,0	0,31±0,0	0,25±0,0*†

Os valores estão como média ± EP. VE, Ventilação pulmonar; FR, Freqüência respiratória; VC, Volume corrente; VE/VO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de oxigênio; VE/CO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de dióxido de carbono; VD/VT, Relação entre o espaço morto funcional estimado pelo volume corrente. \*P ≤ 0,05 vs Pré; †P ≤ 0,05 vs Dieta.



**Figura 7** - Equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/CO<sub>2</sub>) no momento do limiar anaeróbio ventilatório (LAV) nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico. \*diferente de pré, P= 0, 001; †diferente de pos dieta, P=0,001.

### 5.2.2.2 Pico do exercício

Os dados cardiovasculares, da troca gasosa e ventilatórios no pico do exercício são demonstrados nas tabelas 9 e 10 e figura 8.

Observamos que antes das intervenções ambos os grupos apresentavam níveis semelhantes de aptidão cardiorrespiratória (tabela 9 e figura 8).

Com relação às variáveis cardiovasculares e de troca gasosa, o grupo de crianças obesas submetidas à dieta associada ao treinamento físico apresentou valores significativamente maiores para o consumo de oxigênio relativo ao peso corporal e razão da troca respiratória (figura 8 e tabela 9, respectivamente). Em contrapartida, as crianças obesas submetidas à terapia de dieta não mostraram alterações nos parâmetros cardiovasculares e de troca gasosa, exceto para a variável razão da troca respiratória que teve um aumento significativo após quatro meses de dieta (tabela 9 e figura 8, respectivamente). Utilizamos também a frequência cardíaca de repouso com marcador da aptidão cardiorrespiratória. Somente o grupo de dieta associada ao treinamento físico mostrou valores significativamente menores após o período de intervenção (pré  $84,9 \pm 2,0$  bat/min e pós intervenção  $73,0 \pm 1,7$  bat/min,  $P= 0,001$ ). Não observamos diferenças para a frequência cardíaca de repouso no grupo de crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica isoladamente (pré  $87,3 \pm 3,4$  bat/min e pós intervenção  $87,2 \pm 3,1$  bat/min,  $P= 0,98$ )

Alem disso, para os parâmetros ventilatórios, o grupo de dieta associada ao treinamento físico demonstrou incrementos significantes para as variáveis ventilação pulmonar e volume corrente. Além do mais, foi observada, uma diminuição significativa para a variável VD/VT (tabela 10). Por outro lado, o grupo de dieta não demonstrou nenhuma alteração nos parâmetros ventilatórios no pico do exercício após o período de intervenção (tabela 10).

Na comparação entre os grupos de terapia observamos que as crianças obesas submetidas à dieta associada ao treinamento físico obtiveram diferenças expressivas para os valores de consumo de oxigênio relativo ao peso corporal (figura 7). Além disso, para os parâmetros ventilatórios, o grupo dieta associada ao treinamento físico, mostrou alterações expressivas na ventilação pulmonar, volume corrente e VD/VT (tabela 10).

**Tabela 9- Valores das variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício nos grupos de crianças obesas submetidas á dieta e dieta associada ao treinamento físico**

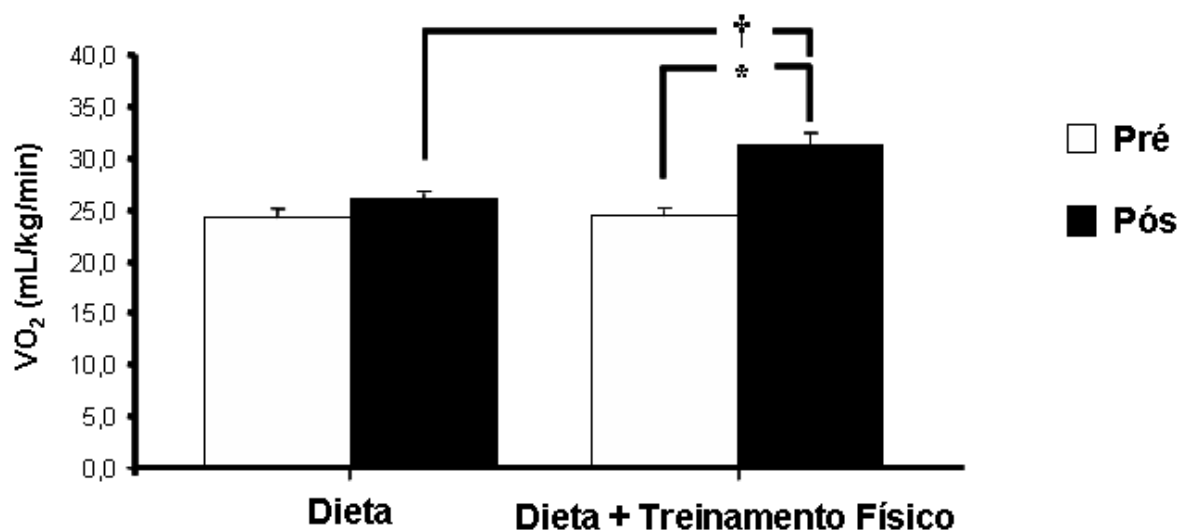
	Dieta (N=17)		Dieta e treinamento físico (N=21)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>FC (bat/min)</b>	195,1±3,4	192,3±2,6	189,2±2,1	187,5±1,8
<b>Pulso O<sub>2</sub> (ml/bat)</b>	8,0±0,5	7,9±0,4	8,7±0,3	9,3±0,4
<b>VO<sub>2</sub> (L/min)</b>	1,56±0,1	1,51±0,1	1,65±0,1	1,76±0,1
<b>VO<sub>2</sub> (ml/ kg/min)</b>	24,2±1,0	26,0±1,1	24,4±0,5	31,3±1,0*†
<b>RER (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>)</b>	1,02±0,0	1,05±0,0*	0,99±0,0	1,04±0,0*

Os valores estão como média ± EP. Frequência cardíaca; VO<sub>2</sub>, Consumo de oxigênio; RER, Razão da troca respiratória. \*P≤0,05 vs Pré.

**Tabela 10- Valores das variáveis ventilatórias no pico do exercício nos grupos de crianças obesas submetidas á dieta e dieta associada ao treinamento físico**

	Dieta (N=17)		Dieta e treinamento físico (N=21)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>VE L/min</b>	59,1±3,7	59,4±3,4	60,4±2,6	68,7±2,4*†
<b>FR (ins/min)</b>	52,9±2,0	54,1±2,1	56,2±1,7	54,4±1,8
<b>VC (L/min)</b>	1,16±0,1	1,14±0,1	1,08±0,1	1,26±0,1*†
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	39,1±1,1	39,7±1,1	36,8±0,7	38,7±0,7
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	40,7±1,3	39,0±1,0	38,4±0,7	37,9±0,7
<b>VD/VT</b>	0,25±0,0	0,26±0,0	0,25±0,0	0,21±0,0*†

Os valores estão como média ± EP. VE, Ventilação pulmonar; FR, Freqüência respiratória; VC, Volume corrente; VE/VO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>, Equivalente ventilatório de dióxido de carbono; VD/VT, Relação entre o espaço morto funcional estimado pelo volume corrente. \*P≤0,05 vs Pré; †P≤0,05 vs Dieta.



**Figura 8** - Consumo de oxigênio relativo ao peso corporal (VO<sub>2</sub> mL/Kg/min) no pico do exercício nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico. \*diferente de pré, P= 0, 001; †diferente de pós dieta, P=0,001.

Na tabela 11, a análise multivariada mostrou que o VE/VCO<sub>2</sub> no LAV como variável dependente apresentou correlação significativa com as variáveis independentes frequência respiratória ( $\beta = 0,14$ ,  $P = 0,02$ ), espaço morto funcional estimado pelo volume corrente ( $\beta = 39,5$ ,  $P = 0,001$ ), frequência cardíaca de repouso ( $\beta = 0,08$ ,  $P = 0,04$ ), e consumo de oxigênio relativo ao peso corporal no pico do exercício ( $\beta = -0,33$ ,  $P = 0,001$ ). No entanto, o peso corporal total ( $\beta = -0,11$ ,  $P = 0,15$ ) e massa gorda ( $\beta = 0,01$ ,  $P = 0,93$ ) não mostraram correlação significativa.

**Tabela 11- Análise multivariada entre o VE/VCO<sub>2</sub> no limiar anaeróbio ventilatório, variáveis antropométricas, ventilatórias, e cardiorrespiratórias nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.**

	VE/VCO <sub>2</sub> (LAV)	
	$\beta$	<i>P</i>
<b>Peso corporal, kg</b>	-0,11	0,15
<b>MG, kg</b>	0,01	0,93
<b>FR, (Ins/min) (LAV)</b>	0,14	0,02
<b>VD/VT (LAV)</b>	39,5	0,001
<b>FC, (bat/min) (Repouso)</b>	0,08	0,04
<b>VO<sub>2</sub>, mL/kg/min (Pico)</b>	-0,33	0,001

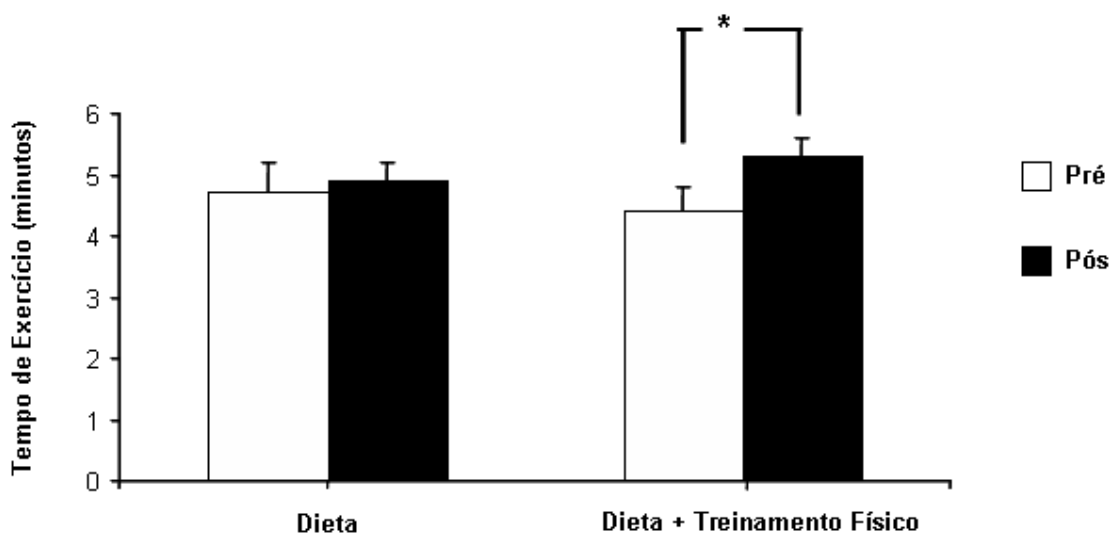
LAV - limiar anaeróbio ventilatório; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; FR - frequência respiratória; VD/VT-espaço morto funcional estimado pelo volume corrente; FC-frequência cardíaca; VO<sub>2</sub>, Consumo de oxigênio. R<sup>2</sup> = 0,60.

### 5.2.3 Tempo de exercício

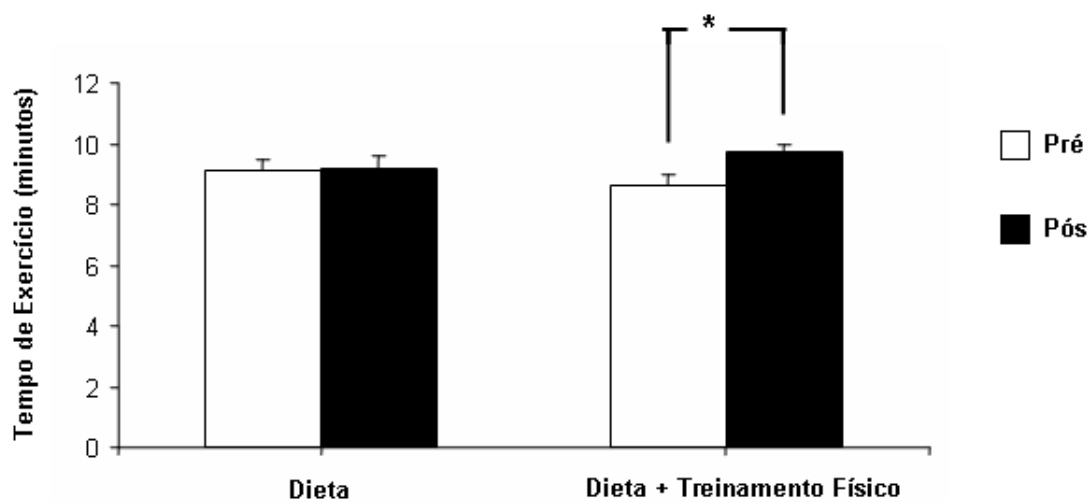
Com relação, ao tempo de exercício alcançado no limiar anaeróbio ventilatório, as crianças obesas submetidas à dieta associada ao treinamento físico mostraram valores estatisticamente maiores após a intervenção. Por outro lado, não foi observada nenhuma alteração no tempo de exercício no grupo de dieta hipocalórica (figura 9).

Além disso, o grupo de dieta associada ao treinamento físico mostrou um tempo de exercício no pico significativamente maior após a intervenção.

Entretanto, não observamos nenhuma alteração no tempo de pico no grupo de dieta hipocalórica (figura 10).



**Figura 9** - Tempo de exercício em minutos alcançado pelo grupo de crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico na fase do limiar anaeróbio ventilatório durante o teste de esforço cardiopulmonar. \*diferente de pré,  $P < 0,05$ .



**Figura 10** - Tempo de exercício em minutos alcançado pelo grupo de crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica e a dieta associada ao treinamento físico, no pico do exercício durante o teste de esforço cardiopulmonar. \*diferente de pré,  $P < 0,05$ .

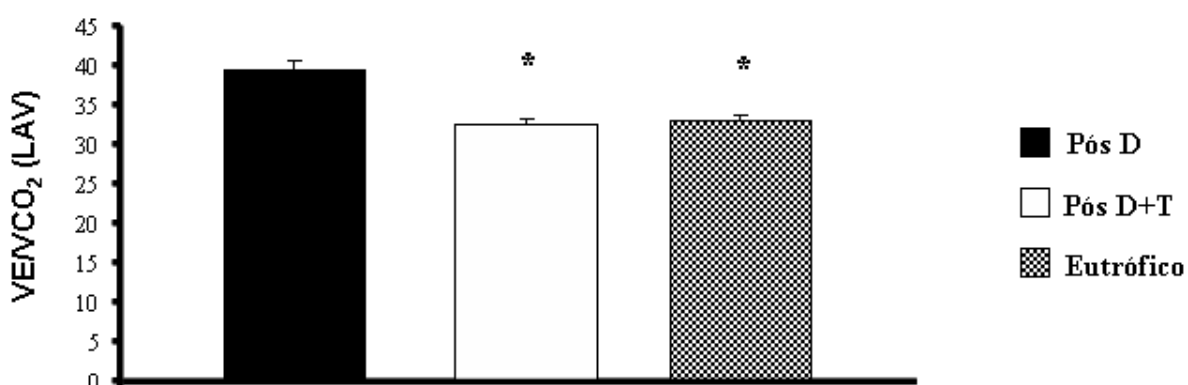


### 5.3 Pós intervenção x crianças eutróficas

Avaliarmos o padrão ventilatório durante o período de exercício, mais especificamente no momento do limiar anaeróbio ventilatório possibilita analisar a eficiência ventilatória dos grupos de terapia em comparação aos controles eutróficos.

#### 5.3.1 Eficiência ventilatória

No momento da identificação do limiar anaeróbio ventilatório, observamos que o grupo de crianças obesas submetidas à terapia de dieta apresentou valores significativamente maiores para a variável equivalente ventilatório de dióxido de carbono em relação aos controles eutróficos. Por outro lado, não foi observada diferença para a mesma variável entre o grupo de crianças obesas submetidas ao treinamento físico associado à dieta em comparação ao grupo de eutróficos (figura 11).



**Figura 11** – Equivalente ventilatório de dióxido de carbono no momento do limiar anaeróbio ventilatório nas crianças obesas submetidas à dieta hipocalórica (Pós D) e dieta hipocalórica associada ao treinamento físico (Pós D+T) e crianças eutróficas.\*  $P \leq 0.05$  vs Pós D.

## **6- DISCUSSÃO**

Os resultados encontrados no presente estudo confirmam que crianças obesas apresentam menor eficiência ventilatória em relação a crianças eutróficas durante o exercício físico progressivo.

### **6.1 Impacto da obesidade infantil na eficiência ventilatória**

Na obesidade, fatores associados com uma reduzida tolerância ao esforço incluem: 1) maior demanda metabólica necessária para mover o excesso de peso corporal durante a realização de atividades com sustentação do mesmo; e 2) um aumento no trabalho respiratório devido a alterações na eficiência ventilatória (Wang e Cerny, 2004).

Estudos prévios (Sakamoto et al., 1993; Wang e Cerny, 2004; Delorey et al., 2005) mostraram que indivíduos com excesso de peso corporal respiram excessivamente durante o exercício físico. Esse padrão respiratório taquipnéico frequentemente observado na obesidade torna-se extremamente dispendioso, ocorrendo um aumento no espaço morto anatômico e como consequência do custo em oxigênio da respiração (Wang e Cerny, 2004).

Além disso, uma reduzida eficiência ventilatória observada em indivíduos obesos durante a realização do exercício físico contribui sobremaneira para desconfortos respiratórios como a dispnéia (Whipp e Davis, 1984).

Entretanto, apesar dos conhecimentos adquiridos em adultos obesos, pouco se sabe a respeito de crianças obesas e menos ainda, sobre a eficiência ventilatória destas durante a prática de atividade física.

Dentro desse contexto, nossos resultados demonstram que a obesidade infantil de fato traz um prejuízo substancial na resposta ventilatória frente à realização do exercício físico. As crianças obesas investigadas no presente estudo apresentaram uma reduzida eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo quando comparada às crianças magras. Nossos dados mostram maiores valores de equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> no limiar anaeróbio ventilatório nas crianças com obesidade. Além disso, paralelamente a esta alteração foi observado um aumento no espaço morto anatômico assim como na frequência respiratória, o que evidencia um trabalho respiratório extremamente ineficiente.

Alguma das possíveis causas postuladas para esta baixa eficiência ventilatória frente ao esforço físico frequentemente observada na obesidade infantil incluem: 1) massa em excesso adicionada sobre a parede torácica e abdominal comprometendo desse modo à mecânica respiratória (Whipp e Davis, 1984); e 2) o descondicionamento físico frequentemente associado à obesidade (Kaufman et al., 2007).

Com relação às alterações na mecânica respiratória advindas da obesidade, estudos prévios (Wang e Cerny, 2004; Wasserman et al., 2005; Delorey et al., 2005) observaram que a massa adiposa em excesso adicionada sobre a região tóraco-abdominal leva a um aumento na carga externa sobre a musculatura diafragmática durante a fase inspiratória de um

ciclo ventilatório, desse modo, estimulando uma resposta ventilatória exacerbada durante a realização do exercício físico (Delorey et al., 2005).

Entretanto, outros autores (Kaufman et al., 2007) atribuem ao descondicionamento cardiorrespiratório e metabólico comumente encontrados na obesidade como as principais causas da alteração na eficiência ventilatória durante o exercício físico.

De fato, nossos resultados corroboram com os dados da literatura e evidenciam que a obesidade infantil traz um prejuízo na capacidade cardiorrespiratória em relação ao observado em crianças magras. Nossos dados mostram também que as crianças obesas apresentam menor tempo de exercício tanto no limiar anaeróbio ventilatório como no pico do exercício. Dentro desse contexto, (Reybrouck et al., 1997) observaram uma relação inversa entre *performance* aeróbia e grau de adiposidade. Além disso, observamos que o consumo de oxigênio relativo ao peso corporal encontra-se reduzido no pico do exercício no grupo de crianças com obesidade. Uma possível explicação para essa menor capacidade cardiorrespiratória seria a maior demanda metabólica observada em indivíduos obesos devido ao excesso de peso corporal a ser sustentado (Ayub e Bar Or, 2003; Maffeis et al., 1993). Dentro de um contexto fisiológico, as crianças com obesidade requerem um maior consumo de oxigênio em termos absolutos para realização de atividades como caminhadas ou corridas (Ayub e Bar Or, 2003).

Nossos dados estão de acordo com essa hipótese, onde observamos que o grupo de crianças obesas mostrou durante o exercício um consumo de oxigênio absoluto superior ao das crianças magras. Além disso, o maior

custo metabólico apresentado pelas crianças com obesidade promoveu um prejuízo na produção de energia muscular, conforme observado pelos maiores valores de razão da troca respiratória no limiar anaeróbio ventilatório sugerindo maior solicitação do metabolismo anaeróbio láctico para uma determinada intensidade submáxima de esforço.

## **6.2 Efeito da perda de peso associada à dieta hipocalórica mais ao treinamento físico na eficiência ventilatória**

Os resultados originais na presente investigação são: (1) a perda de peso associada à dieta hipocalórica não aumentou a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo nas crianças com obesidade; e (2) a perda de peso associando a dieta hipocalórica mais o treinamento físico aumentou a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças obesas para os níveis observados em crianças eutróficas.

Nossos resultados mostram que após quatro meses de treinamento físico, associado à dieta hipocalórica, e a dieta hipocalórica isoladamente, reduziram significativamente o peso corporal total, IMC, Zscore do IMC e a área superficial corporal. Além disso, estas terapias não medicamentosas modificaram favoravelmente a composição corporal das crianças com obesidade.

Nossos resultados estão de acordo com estudos anteriores (Nemet et al., 2005; Eliakim et al., 2002; Sothorn et al., 1999). Dentro desse contexto, Nemet et al., 2005, demonstraram que, três meses de dieta associada ao treinamento físico foram suficientes para diminuir o peso corporal total, IMC e a massa adiposa em crianças obesas. Além disso, Eliakim et al., 2002, observaram uma redução significativa do peso corporal total e do IMC após seis meses de terapia de dieta associada ao treinamento físico.

Observamos que, o déficit energético alcançado por ambas as intervenções apresentaram a mesma eficácia em alterar favoravelmente as características antropométricas assim como da composição corporal nas crianças com obesidade.

Entretanto, somente a perda de peso associando o treinamento físico à dieta hipocalórica, e não apenas a dieta isolada, aumentou a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo nas crianças obesas. Após quatro meses de intervenção as crianças obesas apresentaram menores valores de equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> no limiar anaeróbio ventilatório. Além disso, após o período de dieta e exercício físico programado foram observados menores valores para a frequência respiratória, espaço morto anatômico estimado pelo volume corrente e de ventilação pulmonar.

Os mecanismos envolvidos no aumento da eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo, após o treinamento físico e a dieta em crianças obesas, não foi o objetivo a ser investigado no presente estudo.

Entretanto, nós podemos sugerir que esta intervenção foi favorável em promover adaptações em nível periférico, mais especificamente no aumento da atividade metabólica oxidativa e como consequência levando a uma redução no impulso ventilatório devido a um melhor equilíbrio ácido-básico para uma determinada intensidade submáxima de esforço. De fato, tem sido demonstrado em estudos prévios (Porszasz et al., 2005; Patessio et al., 1992) que após um período de treinamento físico, a diminuição na ventilação pulmonar foi estreitamente relacionada a um melhor equilíbrio ácido básico. Interessante, nossos dados mostram que após o período de intervenção com exercício físico e dieta, as crianças com obesidade demonstraram menores valores de razão da troca respiratória no limiar anaeróbio ventilatório, sugerindo maior contribuição do metabolismo oxidativo para provisão de energia.

Por outro lado, outra hipótese possível para este aumento na eficiência ventilatória observada após o período de intervenção seria um aumento na força e resistência da musculatura respiratória (Casaburi, 1987; Chevrolet et al., 1993).

O aumento na eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo, apresentado por este grupo de terapia, após o período de intervenção, foi tão expressivo que as diferenças observadas no padrão ventilatório entre crianças obesas e crianças magras não foi mais encontrada. Entretanto, embora as crianças obesas submetidas à terapia de dieta tenham reduzido o peso corporal total, IMC e a massa adiposa esta estratégia de tratamento não modificou a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo.

A partir desses achados, nós não acreditamos que a melhora da eficiência ventilatória observada nas crianças obesas submetidas à dieta e treinamento físico foi decorrente de uma redução no peso corporal total, pois ambos os grupos de terapia demonstraram a mesma eficácia na diminuição do mesmo.

Alem disso, os resultados observados na análise multivariada sugerem que fatores relacionados ao aumento da capacidade cardiorrespiratória são os principais responsáveis em aprimorar a eficiência ventilatória durante o exercício físico em crianças obesas.

Dentro desse contexto, após quatro meses de intervenção com dieta e exercício físico programado, e não apenas a dieta isolada, as crianças obesas apresentaram um aumento da capacidade cardiorrespiratória.



Nossos resultados demonstraram que após o período de intervenção as crianças obesas submetidas a este tipo de terapia mostraram um aumento no consumo de oxigênio relativo ao peso corporal no pico do exercício. Além disso, foi observada uma diminuição na frequência cardíaca de repouso, o que evidenciou a eficácia do treinamento físico aeróbio aplicado na promoção de adaptações importantes no sistema de transporte de oxigênio (Ericksson e Koch, 1973). Dentro do mesmo contexto, estudos prévios observaram adaptações favoráveis na capacidade cardiorrespiratória após um determinado período de intervenção associando dieta e exercício físico (Rocchini et al., 1998; Watts et al., 2005). De fato, Rocchini et al., 1998, observaram em crianças obesas uma diminuição na frequência cardíaca para uma determinada intensidade submáxima de esforço após 20 semanas de terapia de dieta associada ao treinamento físico. Além disso, nossos resultados mostram que após o período de intervenção com dieta associada ao exercício físico, as crianças obesas apresentaram menor valor de razão da troca respiratória no limiar anaeróbio ventilatório. Ainda mais, após o período de terapia foi observado um maior tempo de exercício tanto no limiar anaeróbio ventilatório como no pico do exercício. De fato, esses resultados mostram uma melhora tanto em nível central como periférico, e como consequência na capacidade de tolerância ao esforço.

É bem sabida que o treinamento físico com predominância aeróbia promove importantes adaptações na capacidade oxidativa dos grupos musculares exercitados (Jones e Carter, 2000; Berggren et al., 2004). Este tipo de adaptação periférica decorrente da prática regular do exercício físico

de predomínio aeróbio permite ao indivíduo se exercitar para uma determinada intensidade submáxima de esforço com uma menor formação de lactato e como consequência, com menor fadiga muscular.

Dentro do mesmo contexto, Kaufman et al., 2007, observaram após oito semanas de treinamento físico aeróbio um aumento na eficiência ventilatória em crianças obesas, onde esta alteração no padrão ventilatório foi independente de uma diminuição do peso corporal total.

Assim através desses resultados, podemos concluir que as limitações no padrão ventilatório observadas na obesidade infantil não podem ser creditadas somente ao excesso de peso corporal a ser sustentado durante a realização de atividade física, mas também ao descondicionamento cardiorrespiratório e metabólico, tipicamente associados com a obesidade infantil.

## 7- LIMITAÇÕES

Nosso estudo apresentou limitações, tais como: não foi incluído um grupo de crianças obesas, submetidas apenas ao treinamento físico. De fato, sugerimos que o treinamento físico realizado de modo isolado pode aumentar a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças com obesidade. Em recente estudo, Kaufman et al., 2007, observaram um aumento na eficiência ventilatória em crianças obesas após oito semanas de treinamento físico. Entretanto, este tratamento não modificou parâmetros antropométricos importantes, como o peso corporal total e o IMC.

## **8- IMPLICAÇÕES CLÍNICAS**

De fato, o exercício físico vem sendo utilizado como um instrumento importante no tratamento da comorbidade obesidade. Entretanto, a aderência a estes programas de treinamento físico em indivíduos obesos tem sido relativamente fraca (Wing, 1999). Muito dessa desistência a programas regulares de exercícios físicos, observados em indivíduos obesos, advém de desconfortos respiratórios ou dispnéias (Delorey et al., 2005). Portanto, acreditamos que a melhora na eficiência ventilatória após o treinamento físico e dieta, tem implicações clínicas importantes. Primeiro, a dieta hipocalórica, associada ao treinamento físico programado, parece ser a melhor estratégia para o tratamento da obesidade infantil. Segundo acreditamos que um aumento na eficiência ventilatória em crianças obesas após estas terapias, de fato, pode aumentar a aderência a pratica do treinamento físico programado nas crianças com obesidade. Terceiro, os resultados obtidos mostram que o treinamento físico aeróbio é o principal componente para a melhora da eficiência ventilatória na obesidade infantil.

## 9- CONCLUSÕES

Com estes resultados, chegamos às seguintes conclusões:

(1) a obesidade infantil leva a uma diminuição da eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo;

(2) a perda de peso por dieta hipocalórica não foi capaz de modificar a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo nas crianças com obesidade;

(3) a perda de peso associada à dieta hipocalórica mais ao treinamento físico, restaura a eficiência ventilatória em crianças obesas.

## ANEXOS

### ANEXO A. Consentimento pós-informado.

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS**  
DA  
FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

##### I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

**1. NOME DO PACIENTE:**.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: ..... SEXO: .M  F

DATA NASCIMENTO: ...../...../.....

ENDEREÇO..... Nº..... APTO: .....

BAIRRO:..... CIDADE.....

CEP:..... TELEFONE:DDD(.....).....

**2. RESPONSÁVEL LEGAL**.....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.).....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE:..... SEXO: M  F

DATA NASCIMENTO: ...../...../.....

ENDEREÇO: ..... Nº..... APTO: .....

BAIRRO: ..... CIDADE: .....

CEP: ..... TELEFONE: DDD(.....) .....

## II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

### 1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Efeito da perda de peso associada ao treinamento físico na eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças obesas.**

PESQUISADOR: Prof. Danilo Marcelo Leite do Prado

CARGO/FUNÇÃO: aluno de pós-graduação INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº CREF 026790-G/SP

UNIDADE DO HCFMUSP: Faculdade de Medicina (LIM 25-laboratório de endocrinologia celular e molecular) e Instituto do Coração (Incor).

### 3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO  RISCO MÍNIMO  RISCO  
MÉDIO   
RISCO BAIXO  RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 02\_\_\_\_/\_\_\_\_12\_\_\_\_/\_\_\_\_06 - 02\_\_\_\_/\_\_\_\_12\_\_\_\_/\_\_\_\_09

## III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA CONSIGNANDO:

**1. Justificativa e os objetivos da pesquisa:** Como o senhor/senhora já deve ter ouvido falar crianças obesas tipicamente demonstram dificuldade respiratória, limitação periférica e baixa tolerância ao esforço. Além disso, elas têm grande probabilidade de serem resistentes à insulina e apresentarem alterações adversas no metabolismo de gordura e carboidratos. Fatores esses que levam a obesidade como um fator de risco potencial para futuros problemas de ordem cardiovascular assim como complicações metabólicas. Dentro desse contexto, medidas terapêuticas sem intervenções não medicamentosas, que possam melhorar a capacidade cardiorrespiratória e o perfil metabólico dessas crianças podem ser estratégias importantes para uma melhor qualidade de vida das mesmas. A dieta alimentar associada a prática regular de atividade física são ferramentas poderosas em relação a combater estas desordens cardiorrespiratórias e metabólicas observadas em indivíduos obesos. Desse modo, os objetivos do presente estudo são os seguintes: 1) Confirmar a hipótese se o excesso de peso corporal leva a alterações na eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças obesas; 2) Testar a hipótese de que a perda de peso associada à dieta hipocalórica isoladamente melhora a eficiência ventilatória frente ao exercício físico progressivo em crianças obesas; e 3) e a perda de peso relacionada à dieta

hipocalórica mais o treinamento físico melhora a eficiência ventilatória durante o exercício físico progressivo em crianças obesas para os níveis observados em crianças eutróficas.

- 2..Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais:** Antes e depois das intervenções realizaremos uma série de exames com o propósito de verificar o nível de capacidade cardiorrespiratória e o perfil metabólico e hormonal das crianças engajadas no estudo.
  
- 3. Desconfortos e riscos esperados:** Não é esperado risco algum. Entretanto acreditamos que possa existir um desconforto mínimo quanto à realização do teste de esforço cardiopulmonar e na coleta de sangue.
  
- 4. Benefícios que poderão ser obtidos:** Com a pesquisa, é possível descobrir se a criança tem um baixo nível de aptidão cardiorrespiratória, se ela tem alguma limitação ventilatória, cardiovascular ou metabólica que possa prejudicá-la durante a realização de um exercício físico. As crianças serão submetidas a uma dieta e programa de exercícios físicos que iram auxiliar na perda de peso assim como no condicionamento físico das mesmas.
  
- 5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo:** Não serão utilizados procedimentos alternativos.



#### **IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA CONSIGNANDO:**

**1.** acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

O (a) Sr.(a). Poderá a qualquer momento ter acesso às informações sobre procedimentos, riscos, e benefícios relacionados a pesquisa, inclusive para esclarecer quaisquer dúvidas que surgirem sobre o que está sendo realizado.

**2.**liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

A qualquer momento o (a) Sr(a). pode deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade do seu tratamento no ambulatório.

**3.**salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.

Todos os dados obtidos em relação ao Sr(a). são confidenciais e serão mantidos em sigilo, guardando sua total privacidade.

**4.**disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

Caso haja danos à saúde, o laboratório de Biologia Molecular e Celular LIM- 25 do Serviço/Disciplina de Endocrinologia e Metabologia da Divisão Clínica Médica disponibilizará assistência ao paciente.

**5.** viabilidade de indenização por eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa.

A indenização não é viável porque a pesquisa não traz danos aos pacientes, apenas visa ao diagnóstico e à orientação do paciente.

**V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.**

Prof. Dra. Sandra Mara Ferreira Villares- (011)- 81073865

Danilo Marcelo Leite do Prado- (011) 93998051

**VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:**

---

**VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO**

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

São Paulo,                                  de                                  de 200...                                  .

\_\_\_\_\_  
assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

\_\_\_\_\_  
assinatura do pesquisador  
(carimbo ou nome Legível)

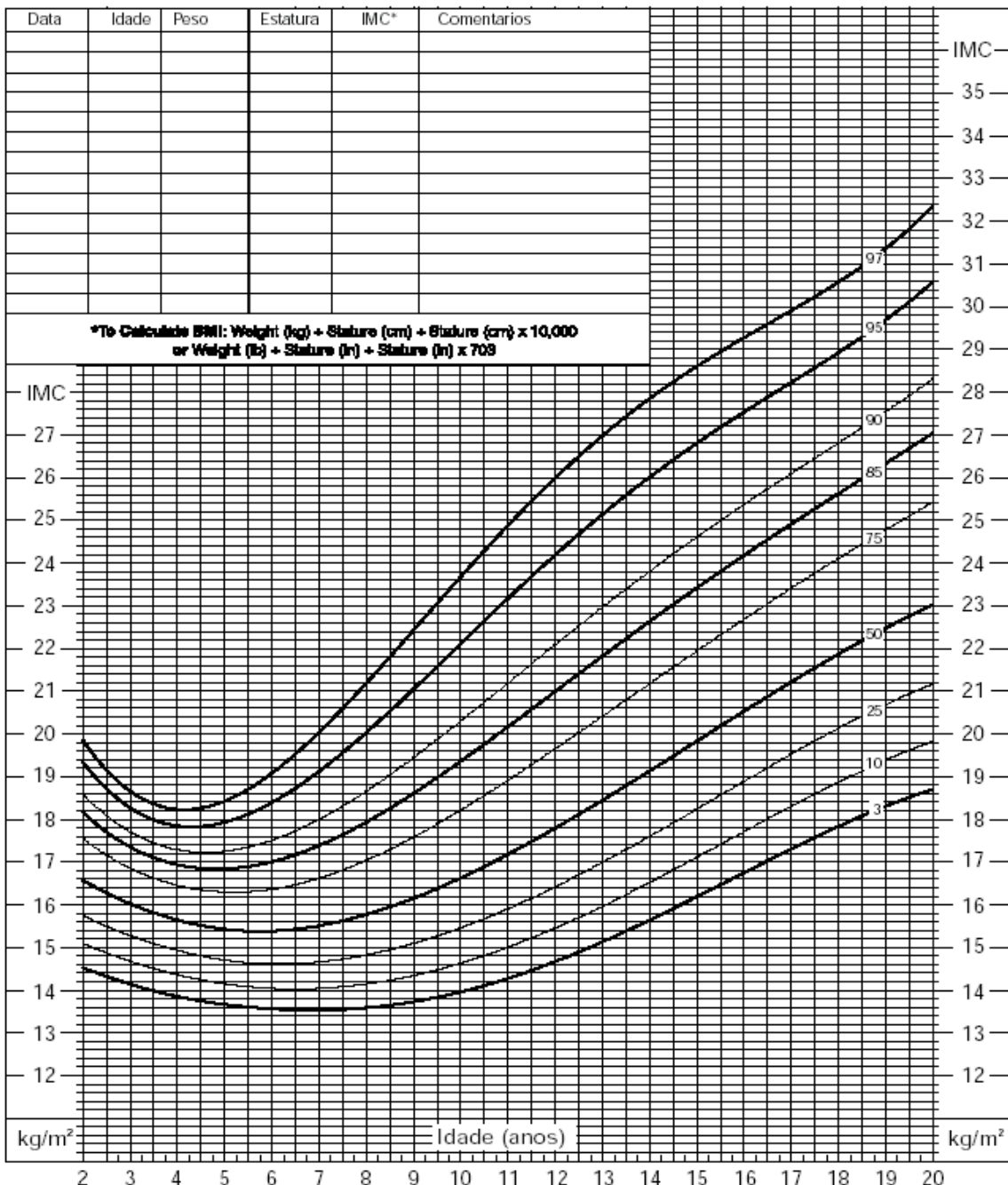
## ANEXO B. Tabela Masculina da Relação entre IMC e idade para classificação da obesidade na infância.

2 a 20 anos: meninos

Nome \_\_\_\_\_

percentis de idade por índice de massa corporal

registro # \_\_\_\_\_



SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



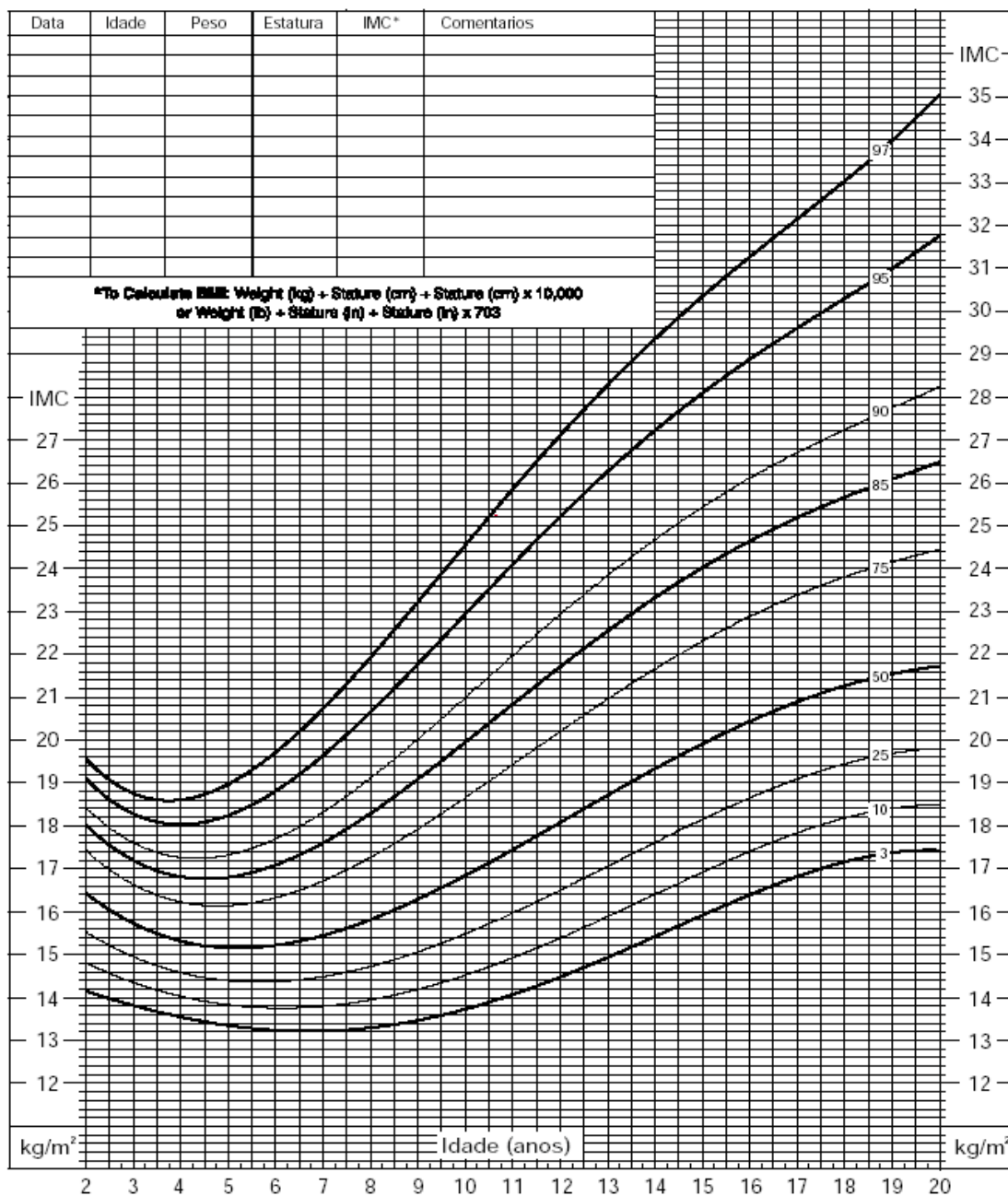
### ANEXO C. Tabela Feminina da Relação entre IMC e idade para classificação da obesidade na infância.

2 a 20 anos: meninas

Nome \_\_\_\_\_

percentis de idade por índice de massa corporal

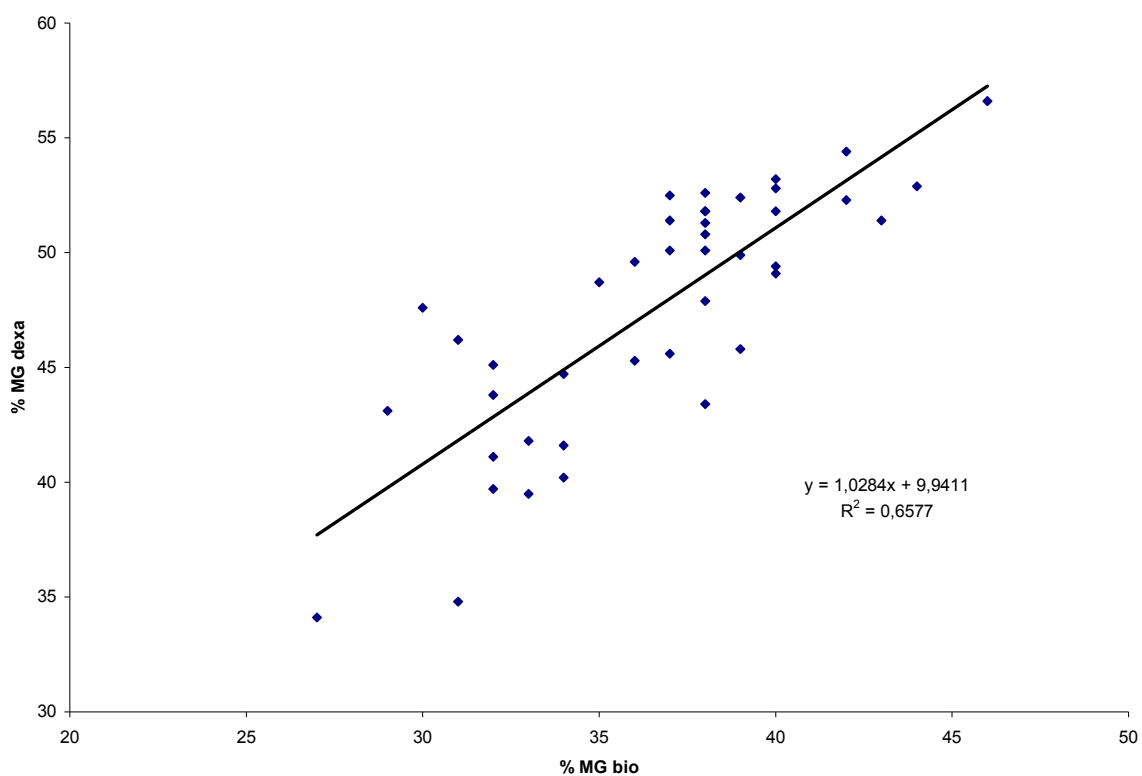
Registro # \_\_\_\_\_



SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



**ANEXO D.** Correlação do percentual de massa gorda (gordura corporal) entre o método da bioimpedância e o método da DEXA nas crianças obesas.



**ANEXO E.** Protocolo em rampa utilizado no estudo.

<b>ESTÁGIO</b>	<b>VELOCIDADE (MPH)</b>	<b>INCLINAÇÃO (%)</b>
1	1,7	0,0
2	3,5	0,0
3	4,0	2,0
4	4,0	4,5
5	4,5	2,0
6	4,5	4,5
7	5,0	6,0
8	5,0	10,0
9	5,0	14,0
10	5,5	14,5
11	6,0	15,0
12	6,0	18,0
13	6,0	21,5
14	6,5	21,5
15	6,5	24,5
16	7,0	24,5
17	7,5	25,0
18	8,0	25,0
19	8,5	25,0

## ANEXO F. Características físicas das crianças obesas.

Pacientes	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	ASC (m <sup>2</sup> )	Z- score (imc)
<b>BRS</b>	8,9	63,7	141,9	31,64	1,62	2,63
<b>BGC</b>	10,9	86,0	158,0	34,45	1,97	2,55
<b>BDM</b>	11,0	64,0	142,5	31,52	1,62	2,41
<b>BBR</b>	12,5	83,4	162,0	31,78	1,71	2,24
<b>CRT</b>	10,7	61,8	152,2	26,68	1,64	2,02
<b>DGM</b>	11,3	59,5	147,2	27,46	1,58	2,01
<b>GAR</b>	9,5	67,2	150,0	29,87	1,70	2,47
<b>JGC</b>	8,5	55,3	137,3	29,33	1,74	2,55
<b>JLM</b>	9,4	52,6	149,8	23,44	1,50	1,83
<b>KSS</b>	7,7	42,5	128,5	25,74	1,40	2,41
<b>LRM</b>	9,0	40,8	129,9	24,18	1,39	2,00
<b>MSO</b>	10,2	73,3	158,5	29,18	1,82	2,32
<b>MF</b>	9,2	49,8	130,5	29,24	1,37	2,45
<b>NF</b>	11,5	79,0	155,0	32,88	1,87	2,42
<b>RSF</b>	11,0	71,8	154,3	30,16	1,78	2,34
<b>VFA</b>	10,6	63,5	136,0	34,33	1,59	2,57
<b>TCL</b>	12,0	74,0	152,0	32,03	1,80	2,31
<b>ACC</b>	9,7	56,3	144,0	27,15	1,53	2,22
<b>BTF</b>	10,9	67,0	142,0	33,23	1,66	2,50
<b>DPB</b>	10,5	54,3	131,0	31,64	1,44	2,46
<b>DSC</b>	8,8	49,5	136,7	26,49	1,40	2,35
<b>FLO</b>	10,2	49,3	145,1	23,42	1,43	1,82
<b>FMM</b>	9,3	47,0	144,0	22,67	1,39	1,87
<b>IC</b>	10,4	92,7	165,7	33,76	2,09	2,58
<b>JRS</b>	9,5	55,6	139,0	28,78	1,49	2,41
<b>LLC</b>	9,8	76,3	151,0	33,46	1,82	2,59
<b>LLL</b>	11,4	66,2	157,5	26,69	1,72	2,03
<b>NOJ</b>	9,8	49,9	142,0	24,75	1,43	2,04
<b>RAS</b>	10,5	73,4	145,0	34,91	1,75	2,59
<b>RLS</b>	9,0	51,0	141,0	25,65	1,44	2,26
<b>RRS</b>	8,4	56,0	139,0	28,98	1,50	2,58
<b>RGI</b>	10,1	55,9	142,0	27,72	1,51	2,26
<b>RSM</b>	10,5	54,0	138,0	28,36	1,47	2,27
<b>TFA</b>	9,4	55,2	140,5	27,96	1,50	2,33
<b>VSR</b>	10,1	73,5	150,0	32,67	1,78	2,55
<b>IFR</b>	10,2	63,6	149,2	28,57	1,65	2,32
<b>LFSA</b>	11,9	60,0	153,0	25,63	1,62	1,85
<b>RS</b>	12,0	65,8	156,0	27,04	1,71	2,00
<b>MEDIA</b>	<b>10,2</b>	<b>62,1</b>	<b>145,7</b>	<b>29,04</b>	<b>1,62</b>	<b>2,30</b>
<b>E.P.</b>	<b>0,2</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO G.** Variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório das crianças obesas.

<b>Pacientes</b>	<b>VE</b> (L/min)	<b>PET<sub>O<sub>2</sub></sub></b> (mmHg)	<b>PET<sub>CO<sub>2</sub></sub></b> (mmHg)	<b>VE/VO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VE/VCO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VD/VT</b> (unidades)
<b>BRS</b>	36,6	93,5	37,8	39	37	0,30
<b>BGC</b>	44,1	97,0	32,0	35	34	0,23
<b>BDM</b>	44,1	98,0	39,4	38	38	0,27
<b>BBR</b>	44,2	96,0	39,2	36	36	0,32
<b>CRT</b>	35,3	98,6	35,9	31	34	0,19
<b>DGM</b>	29,7	91,9	34,8	39	42	0,34
<b>GAR</b>	38,6	96,2	38,1	36	33	0,20
<b>JGC</b>	31,8	98,9	36,0	35	38	0,26
<b>JLM</b>	37,6	97,3	38,6	37	55	0,47
<b>KSS</b>	24,7	95,3	32,6	36	35	0,24
<b>LRM</b>	38,0	98,8	36,0	43	46	0,37
<b>MSO</b>	43,1	100,7	32,2	37	44	0,35
<b>MF</b>	30,2	92,7	38,1	35	53	0,35
<b>NF</b>	37,4	95,8	37,7	31	35	0,22
<b>RSF</b>	39,8	100,1	34,8	34	45	0,33
<b>VFA</b>	36,7	99,0	37,0	41	43	0,35
<b>TCL</b>	47,8	102,5	33,3	33	38	0,34
<b>ACC</b>	33,9	99,6	30,7	37	36	0,23
<b>BTF</b>	41,0	98,9	33,4	37	41	0,41
<b>DPB</b>	49,7	98,1	33,7	42	47	0,37
<b>DSC</b>	42,4	97,3	35,0	35	38	0,40
<b>FLO</b>	32,1	104,3	35,1	36	41	0,31
<b>FMM</b>	36,5	96,5	32,4	43	43	0,35
<b>IC</b>	45,0	98,5	37,9	33	38	0,35
<b>JRS</b>	46,4	98,0	35,0	35	38	0,31
<b>LLC</b>	55,8	103,7	38,1	36	41	0,35
<b>LLL</b>	52,0	96,7	32,6	29	30	0,36
<b>NOJ</b>	34,7	99,6	32,0	36	40	0,28
<b>RAS</b>	41,0	97,5	31,6	37	29	0,19
<b>RLS</b>	48,9	101,3	31,2	40	45	0,29
<b>RRS</b>	37,3	97,7	36,7	34	37	0,22
<b>RGI</b>	33,4	105,6	35,5	35	41	0,31
<b>RSM</b>	46,2	98,8	32,4	38	44	0,34
<b>TFA</b>	38,7	97,0	39,4	36	36	0,28
<b>VSR</b>	43,8	98,5	32,1	35	31	0,17
<b>IFR</b>	47,7	98,4	32,5	36	37	0,30
<b>LFSA</b>	40,9	96,3	35,5	34	37	0,24
<b>RS</b>	42,4	96,5	34,5	34	39	0,41
<b>MEDIA</b>	<b>40,3</b>	<b>98,2</b>	<b>35,0</b>	<b>36,2</b>	<b>39,3</b>	<b>0,31</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>



**ANEXO H. Variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício das crianças obesas.**

<b>Pacientes</b>	<b>FC</b>	<b>PULSO O<sub>2</sub></b>	<b>VO<sub>2</sub></b>	<b>VCO<sub>2</sub></b>	<b>RER</b>
	<b>(bat/min)</b>	<b>(ml/bat)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(unidades)</b>
<b>BRS</b>	201	5,96	18,8	19,4	1,03
<b>BGC</b>	190	12,04	26,6	31,0	1,15
<b>BDM</b>	181	10,33	29,2	29,6	1,00
<b>BBR</b>	178	9,07	19,4	17,3	0,89
<b>CRT</b>	220	7,29	26,0	26,9	1,04
<b>DGM</b>	200	5,51	18,5	17,3	1,07
<b>GAR</b>	196	10,82	31,5	31,7	0,99
<b>JGC</b>	189	5,97	20,4	20,1	0,98
<b>JLM</b>	211	6,51	26,1	21,5	0,99
<b>KSS</b>	189	4,78	21,3	13,8	0,95
<b>LRM</b>	185	5,06	22,9	17,4	1,04
<b>MSO</b>	192	8,85	23,2	29,2	1,11
<b>MF</b>	200	6,39	25,6	20,7	1,06
<b>NF</b>	205	9,14	23,7	26,7	1,10
<b>RSF</b>	187	10,61	27,6	27,1	0,98
<b>VFA</b>	170	7,82	20,9	20,1	1,04
<b>TCL</b>	222	9,69	29,1	29,3	1,00
<b>ACC</b>	186	8,59	22,4	26,9	0,98
<b>BTF</b>	184	7,87	21,6	22,3	1,03
<b>DPB</b>	190	8,02	23,0	26,1	0,95
<b>DSC</b>	193	8,55	27,3	29,3	1,08
<b>FLO</b>	188	7,45	28,4	30,1	1,06
<b>FMM</b>	175	7,95	29,6	26,5	1,00
<b>IC</b>	194	10,23	21,4	21,5	1,00
<b>JRS</b>	189	7,01	23,8	20,8	1,06
<b>LLC</b>	208	8,94	24,4	23,0	0,94
<b>LLL</b>	197	12,03	25,8	39,9	1,11
<b>NOJ</b>	185	7,21	26,7	24,1	0,95
<b>RAS</b>	167	9,40	21,4	20,1	0,94
<b>RLS</b>	192	7,55	28,4	25,6	0,90
<b>RRS</b>	181	7,10	22,9	19,9	0,99
<b>RGI</b>	193	8,76	22,6	27,9	0,92
<b>RSM</b>	188	8,76	22,5	26,9	0,88
<b>TFA</b>	181	9,92	25,5	31,6	0,97
<b>VSR</b>	199	11,10	23,0	30,9	1,03
<b>IFR</b>	207	8,90	24,0	28,9	1,00
<b>LFSA</b>	188	8,71	22,3	26,7	1,01
<b>RS</b>	189	8,99	25,8	23,6	1,05
<b>MEDIA</b>	<b>191,8</b>	<b>8,4</b>	<b>24,3</b>	<b>25,0</b>	<b>1,01</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,9</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO I. Características físicas das crianças eutróficas.**

<b>Pacientes</b>	<b>Idade</b> <b>(anos)</b>	<b>Peso</b> <b>(Kg)</b>	<b>Altura</b> <b>(cm)</b>	<b>IMC</b> <b>(Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ASC</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Z- score</b> <b>(imc)</b>
<b>EBS</b>	8,0	38,2	138,0	20,10	1,23	1,32
<b>IBS</b>	9,0	41,0	143,0	20,00	1,29	1,27
<b>MMS</b>	10,0	34,3	146,0	16,10	1,19	-0,55
<b>PRS</b>	10,0	40,5	149,0	18,20	1,31	0,34
<b>KCP</b>	11,0	35,9	145,0	17,07	1,21	-0,20
<b>RAO</b>	9,0	36,5	139,0	18,89	1,20	1,05
<b>TCP</b>	11,0	32,0	146,0	15,00	1,15	-1,24
<b>WSS</b>	10,0	32,3	139,0	16,72	1,13	-0,18
<b>TOM</b>	10,0	28,0	131,0	16,32	1,18	-0,19
<b>FLG</b>	11,0	39,7	152,0	17,18	1,48	0,20
<b>MEDIA</b>	<b>9,9</b>	<b>35,8</b>	<b>142,8</b>	<b>17,56</b>	<b>1,24</b>	<b>0,18</b>
<b>E.P.</b>	<b>0,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>

**ANEXO J.** Variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório das crianças eutróficas.

<b>Pacientes</b>	<b>VE</b> (L/min)	<b>PETO<sub>2</sub></b> (mmHg)	<b>PETCO<sub>2</sub></b> (mmHg)	<b>VE/VO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VE/VCO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VD/VT</b> (unidades)
<b>EBS</b>	19,8	89,5	38,0	35	32	0,22
<b>IBS</b>	35,5	97,9	31,7	36	34	0,23
<b>MMS</b>	26,0	96,6	35,2	32	32	0,26
<b>PRS</b>	35,5	97,8	33,5	32	30	0,22
<b>KCP</b>	32,2	97,0	37,9	33	33	0,26
<b>RAO</b>	30,9	96,8	35,3	32	31	0,23
<b>TCP</b>	33,9	98,6	37,1	31	35	0,25
<b>WSS</b>	22,5	98,1	34,5	36	35	0,23
<b>TOM</b>	33,5	93,4	37,8	34	32	0,25
<b>FLG</b>	49,8	99,7	34,9	37	34	0,22
<b>MEDIA</b>	<b>32,0</b>	<b>96,5</b>	<b>35,6</b>	<b>33,8</b>	<b>32,9</b>	<b>0,24</b>
<b>E.P.</b>	<b>2,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO L.** Variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício das crianças eutróficas.

<b>Pacientes</b>	<b>FC</b> <b>(bat/min)</b>	<b>PULSO O<sub>2</sub></b> <b>(ml/bat)</b>	<b>VO<sub>2</sub></b> <b>(ml/kg/min)</b>	<b>VCO<sub>2</sub></b> <b>(ml/kg/min)</b>	<b>RER</b> <b>(unidades)</b>
<b>EBS</b>	188	5,05	24,9	25,2	1,01
<b>IBS</b>	200	6,94	33,9	35,4	1,08
<b>MMS</b>	194	6,80	38,5	39,6	1,03
<b>PRS</b>	187	7,98	36,8	38,0	1,03
<b>KCP</b>	184	5,82	29,8	27,5	0,92
<b>RAO</b>	199	7,08	38,6	41,7	1,08
<b>TCP</b>	192	7,22	43,3	39,2	0,95
<b>WSS</b>	194	5,58	33,5	34,8	1,00
<b>TOM</b>	193	5,92	40,8	44,2	1,08
<b>FLG</b>	205	8,30	42,9	43,2	1,01
<b>MEDIA</b>	<b>193,6</b>	<b>6,7</b>	<b>36,3</b>	<b>36,9</b>	<b>1,02</b>
<b>E.P.</b>	<b>2,0</b>	<b>0,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO M.** Características físicas e da composição corporal no grupo de crianças obesas antes do período de dieta hipocalórica.

<b>Pacientes</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>IMC</b>	<b>ASC</b>	<b>Z- score</b>	<b>M Magra</b>	<b>M Gorda</b>	<b>% gordura</b>
	<b>(anos)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(IMC)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>
<b>BRS</b>	8,9	63,7	141,9	31,64	1,62	2,63	36,6	25,1	41
<b>BGC</b>	10,9	86,0	158,0	34,45	1,97	2,55	52,0	33,7	39
<b>BDM</b>	11,0	64,0	142,5	31,52	1,62	2,41	40,5	24,5	38
<b>BBR</b>	12,5	83,4	162,0	31,78	1,71	2,24	52,3	30,5	37
<b>CRT</b>	10,7	61,8	152,2	26,68	1,64	2,02	37,4	22,3	37
<b>DGM</b>	11,3	59,5	147,2	27,46	1,58	2,01	38,4	21,0	35
<b>GAR</b>	9,5	67,2	150,0	29,87	1,70	2,47	41,5	25,9	38
<b>JGC</b>	8,5	55,3	137,3	29,33	1,74	2,55	33,2	21,5	39
<b>JLM</b>	9,4	52,6	149,8	23,44	1,50	1,83	34,6	15,9	31
<b>KSS</b>	7,7	42,5	128,5	25,74	1,40	2,41	28,7	12,4	30
<b>LRM</b>	9,0	40,8	129,9	24,18	1,39	2,00	28,1	13,3	32
<b>MSO</b>	10,2	73,3	158,5	29,18	1,82	2,32	46,8	24,3	34
<b>MF</b>	9,2	49,8	130,5	29,24	1,37	2,45	29,8	18,3	38
<b>NF</b>	11,5	79,0	155,0	32,88	1,87	2,42	46,2	32,2	41
<b>RSF</b>	11,0	71,8	154,3	30,16	1,78	2,34	46,7	23,6	34
<b>VFA</b>	10,6	63,5	136,0	34,33	1,59	2,57	39,4	24,1	38
<b>TCL</b>	12,0	74,0	152,0	32,03	1,80	2,31	46,2	27,0	37
<b>MEDIA</b>	<b>10,2</b>	<b>64,0</b>	<b>146,5</b>	<b>29,6</b>	<b>1,65</b>	<b>2,32</b>	<b>39,9</b>	<b>23,3</b>	<b>36,4</b>
<b>E.P.</b>	<b>0,3</b>	<b>3,2</b>	<b>2,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>

**ANEXO N.** Características físicas e da composição corporal no grupo de crianças obesas após o período de dieta hipocalórica.

<b>Pacientes</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>IMC</b>	<b>ASC</b>	<b>Z- score</b>	<b>M Magra</b>	<b>M Gorda</b>	<b>% gordura</b>
	<b>(anos)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(imc)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>
<b>BRS</b>	9,2	61,0	144,3	29,30	1,59	2,45	38,5	21,1	35
<b>BGC</b>	11,2	81,6	160,0	31,88	1,73	2,42	52,5	29,0	36
<b>BDM</b>	11,4	61,1	144,5	29,26	1,59	2,25	40,3	20,3	33
<b>BBR</b>	12,9	72,4	162,5	27,42	1,69	1,80	48,4	23,8	33
<b>CRT</b>	11,0	53,3	154,0	22,47	1,63	1,37	35,5	18,2	34
<b>DGM</b>	11,6	55,0	149,3	24,67	1,53	1,62	37,1	17,0	31
<b>GAR</b>	9,9	62,7	152,0	27,14	1,65	2,26	43,0	19,7	31
<b>JGC</b>	8,8	51,5	140,8	25,98	1,51	2,24	33,5	17,9	35
<b>JLM</b>	9,8	49,8	152,5	21,41	1,61	1,42	36,0	14,0	28
<b>KSS</b>	8,0	39,1	131,8	22,51	1,45	1,97	27,4	10,6	28
<b>LRM</b>	9,4	37,6	131,3	21,81	1,49	1,57	25,8	11,1	30
<b>MSO</b>	10,5	70,2	160,5	27,25	1,72	2,10	45,0	23,3	34
<b>MF</b>	9,6	46,0	134,0	25,62	1,48	2,08	29,4	17,1	37
<b>NF</b>	11,8	67,3	154,4	28,23	1,72	2,02	44,1	23,8	35
<b>RSF</b>	11,3	61,8	156,1	25,36	1,66	1,90	46,5	15,5	25
<b>VFA</b>	10,9	57,6	139,0	29,81	1,52	2,33	40,3	20,3	33
<b>TCL</b>	12,3	68,6	152,7	29,42	1,65	2,07	43,8	23,2	35
<b>MEDIA</b>	<b>10,6</b>	<b>58,6</b>	<b>148,6</b>	<b>26,4</b>	<b>1,60</b>	<b>2,0</b>	<b>39,2</b>	<b>19,2</b>	<b>32,5</b>
<b>E.P.</b>	<b>0,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,8</b>	<b>1,2</b>	<b>0,8</b>

**ANEXO O.** Variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório no grupo de crianças obesas antes do período de dieta hipocalórica.

Pacientes	VE (L/min)	PETO <sub>2</sub> (mmHg)	PETCO <sub>2</sub> (mmHg)	VE/VO <sub>2</sub> (unidades)	VE/VCO <sub>2</sub> (unidades)	VD/VT (unidades)
<b>BRS</b>	36,6	93,5	37,8	39	37	0,30
<b>BGC</b>	44,1	97,0	32,0	35	34	0,23
<b>BDM</b>	44,1	98,0	39,4	38	38	0,27
<b>BBR</b>	44,2	96,0	39,2	36	36	0,32
<b>CRT</b>	35,3	98,6	35,9	31	34	0,19
<b>DGM</b>	29,7	91,9	34,8	39	42	0,34
<b>GAR</b>	38,6	96,2	38,1	36	33	0,20
<b>JGC</b>	31,8	98,9	36,0	35	38	0,26
<b>JLM</b>	37,6	97,3	38,6	37	55	0,47
<b>KSS</b>	24,7	95,3	32,6	36	35	0,24
<b>LRM</b>	38,0	98,8	36,0	43	46	0,37
<b>MSO</b>	43,1	100,7	32,2	37	44	0,35
<b>MF</b>	30,2	92,7	38,1	35	53	0,35
<b>NF</b>	37,4	95,8	37,7	31	35	0,22
<b>RSF</b>	39,8	100,1	34,8	34	45	0,33
<b>VFA</b>	36,7	99,0	37,0	41	43	0,35
<b>TCL</b>	47,8	102,5	33,3	33	38	0,34
<b>MEDIA</b>	<b>37,6</b>	<b>97,2</b>	<b>36,1</b>	<b>36,2</b>	<b>40,4</b>	<b>0,30</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO P.** Variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório no grupo de crianças obesas após o período de dieta hipocalórica.

<b>Pacientes</b>	<b>VE</b> (L/min)	<b>PETO<sub>2</sub></b> (mmHg)	<b>PETCO<sub>2</sub></b> (mmHg)	<b>VE/VO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VE/VCO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VD/VT</b> (unidades)
<b>BRS</b>	38,9	98,9	33,5	37	43	0,33
<b>BGC</b>	42,1	97,8	37,4	34	33	0,31
<b>BDM</b>	35,3	95,7	37,4	33	39	0,17
<b>BBR</b>	37,9	95,2	39,7	36	38	0,29
<b>CRT</b>	43,6	97,8	32,4	40	40	0,26
<b>DGM</b>	28,8	96,5	35,8	45	54	0,40
<b>GAR</b>	35,2	95,5	37,6	34	37	0,27
<b>JGC</b>	34,5	96,9	35,1	34	39	0,27
<b>JLM</b>	32,7	100,0	39,0	32	36	0,25
<b>KSS</b>	26,9	95,4	38,4	42	45	0,34
<b>LRM</b>	22,0	98,0	41,0	34	38	0,25
<b>MSO</b>	31,0	100,0	40,0	35	32	0,30
<b>MF</b>	24,6	90,0	39,6	33	39	0,35
<b>NF</b>	39,9	98,5	36,8	37	38	0,25
<b>RSF</b>	44,6	92,8	35,9	33	38	0,27
<b>VFA</b>	36,8	97,4	39,2	35	38	0,28
<b>TCL</b>	35,1	95,7	37,4	34	39	0,25
<b>MEDIA</b>	<b>34,7</b>	<b>96,6</b>	<b>37,4</b>	<b>35,8</b>	<b>39,2</b>	<b>0,28</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>0,0</b>



**ANEXO Q.** Variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício no grupo de crianças obesas antes do período de dieta hipocalórica.

<b>Pacientes</b>	<b>FC</b>	<b>PULSO O<sub>2</sub></b>	<b>VO<sub>2</sub></b>	<b>VCO<sub>2</sub></b>	<b>RER</b>
	<b>(bat/min)</b>	<b>(ml/bat)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(unidades)</b>
<b>BRS</b>	201	5,96	18,8	19,4	1,03
<b>BGC</b>	190	12,04	26,6	31,0	1,15
<b>BDM</b>	181	10,33	29,2	29,6	1,00
<b>BBR</b>	178	9,07	19,4	17,3	0,89
<b>CRT</b>	220	7,29	26,0	26,9	1,04
<b>DGM</b>	200	5,51	18,5	17,3	1,07
<b>GAR</b>	196	10,82	31,5	31,7	0,99
<b>JGC</b>	189	5,97	20,4	20,1	0,98
<b>JLM</b>	211	6,51	26,1	21,5	0,99
<b>KSS</b>	189	4,78	21,3	13,8	0,95
<b>LRM</b>	185	5,06	22,9	17,4	1,04
<b>MSO</b>	192	8,85	23,2	29,2	1,11
<b>MF</b>	200	6,39	25,6	20,7	1,06
<b>NF</b>	205	9,14	23,7	26,7	1,10
<b>RSF</b>	187	10,61	27,6	27,1	0,98
<b>VFA</b>	170	7,82	20,9	20,1	1,04
<b>TCL</b>	222	9,69	29,1	29,3	1,00
<b>MEDIA</b>	<b>195,1</b>	<b>8,0</b>	<b>24,2</b>	<b>23,5</b>	<b>1,02</b>
<b>E.P.</b>	<b>3,4</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO R.** Variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício no grupo de crianças obesas após o período de dieta hipocalórica.

<b>Pacientes</b>	<b>FC</b>	<b>PULSO O<sub>2</sub></b>	<b>VO<sub>2</sub></b>	<b>VCO<sub>2</sub></b>	<b>RER</b>
	<b>(bat/min)</b>	<b>(ml/bat)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(unidades)</b>
<b>BRS</b>	206	6,08	20,5	20,5	0,99
<b>BGC</b>	185	10,69	24,2	32,0	1,00
<b>BDM</b>	186	8,27	25,2	26,7	1,04
<b>BBR</b>	189	9,15	23,9	26,0	1,08
<b>CRT</b>	202	9,15	34,7	32,4	0,94
<b>DGM</b>	201	6,06	22,1	25,0	1,10
<b>GAR</b>	186	8,27	24,6	30,7	1,04
<b>JGC</b>	182	7,00	24,7	23,2	0,92
<b>JLM</b>	207	8,00	33,2	34,5	1,18
<b>KSS</b>	192	4,98	24,5	22,9	1,01
<b>LRM</b>	190	5,48	27,7	24,8	1,09
<b>MSO</b>	198	11,89	33,5	29,5	1,36
<b>MF</b>	207	7,26	32,7	26,5	1,08
<b>NF</b>	202	7,97	23,9	25,2	1,05
<b>RSF</b>	173	9,10	25,5	22,8	0,91
<b>VFA</b>	177	6,34	19,5	18,4	0,96
<b>TCL</b>	186	8,21	22,3	26,7	1,04
<b>MEDIA</b>	<b>192,3</b>	<b>7,9</b>	<b>26,0</b>	<b>26,3</b>	<b>1,05</b>
<b>E.P.</b>	<b>2,6</b>	<b>0,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO S.** Características físicas e da composição corporal no grupo de crianças obesas antes do período de dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.

<b>Pacientes</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>IMC</b>	<b>ASC</b>	<b>Z- score</b>	<b>M Magra</b>	<b>M Gorda</b>	<b>% gordura</b>
	<b>(anos)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(imc)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>
<b>ACC</b>	9,7	56,3	144,0	27,15	1,53	2,22	47,6	8,0	14
<b>BTF</b>	10,9	67,0	142,0	33,23	1,66	2,50	36,2	32,0	47
<b>DPB</b>	10,5	54,3	131,0	31,64	1,44	2,46	34,4	20,9	38
<b>DSC</b>	8,8	49,5	136,7	26,49	1,40	2,35	34,0	13,5	28
<b>FLO</b>	10,2	49,3	145,1	23,42	1,43	1,82	32,6	14,4	31
<b>FMM</b>	9,3	47,0	144,0	22,67	1,39	1,87	31,5	15,5	33
<b>IC</b>	10,4	92,7	165,7	33,76	2,09	2,58	57,9	30,8	35
<b>JRS</b>	9,5	55,6	139,0	28,78	1,49	2,41	35,5	19,1	35
<b>LLC</b>	9,8	76,3	151,0	33,46	1,82	2,59	44,2	30,1	41
<b>LLL</b>	11,4	66,2	157,5	26,69	1,72	2,03	48,0	18,0	27
<b>NOJ</b>	9,8	49,9	142,0	24,75	1,43	2,04	32,9	16,1	33
<b>RAS</b>	10,5	73,4	145,0	34,91	1,75	2,59	43,2	29,5	41
<b>RLS</b>	9,0	51,0	141,0	25,65	1,44	2,26	32,1	7,9	20
<b>RRS</b>	8,4	56,0	139,0	28,98	1,50	2,58	34,9	20,6	37
<b>RGI</b>	10,1	55,9	142,0	27,72	1,51	2,26	35,7	20,2	36
<b>RSM</b>	10,5	54,0	138,0	28,36	1,47	2,27	32,2	14,0	30
<b>TFA</b>	9,4	55,2	140,5	27,96	1,50	2,33	33,8	20,8	38
<b>VSR</b>	10,1	73,5	150,0	32,67	1,78	2,55	43,0	30,5	41
<b>IFR</b>	10,2	63,6	149,2	28,57	1,65	2,32	40,0	22,1	36
<b>LFSA</b>	11,9	60,0	153,0	25,63	1,62	1,85	42,4	16,0	27
<b>RS</b>	12,0	65,8	156,0	27,04	1,71	2,00	42,9	21,3	33
<b>MEDIA</b>	<b>10,1</b>	<b>60,6</b>	<b>146,0</b>	<b>28,5</b>	<b>1,59</b>	<b>2,3</b>	<b>38,8</b>	<b>20,1</b>	<b>33,4</b>
<b>E.P.</b>	<b>0,2</b>	<b>2,5</b>	<b>1,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>

**ANEXO T.** Características físicas e da composição corporal no grupo de crianças obesas após o período de dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.

<b>Pacientes</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>IMC</b>	<b>ASC</b>	<b>Z- score</b>	<b>M Magra</b>	<b>M Gorda</b>	<b>% gordura</b>
	<b>(anos)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(imc)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>
<b>ACC</b>	10,0	49,1	147,2	22,7	1,44	1,60	37,5	16,6	30
<b>BTF</b>	11,3	60,7	143,0	29,7	1,58	2,28	35,4	24,8	41
<b>DPB</b>	10,9	52,7	132,2	30,2	1,42	2,35	33,8	19,4	36
<b>DSC</b>	9,1	43,3	138,0	22,7	1,31	1,90	34,5	10,5	23
<b>FLO</b>	10,5	45,2	148,0	20,6	1,38	1,26	31,6	12,8	29
<b>FMM</b>	12,7	44,1	145,0	21,0	1,35	0,90	31,1	12,8	29
<b>IC</b>	10,7	80,8	167,6	28,8	1,96	2,21	55,1	23,8	30
<b>JRS</b>	9,9	53,0	141,0	26,7	1,47	2,22	34,0	18,2	35
<b>LLC</b>	10,1	65,8	153,0	28,1	1,70	2,29	42,1	24,0	36
<b>LLL</b>	11,7	60,9	161,6	23,3	1,67	1,55	46,5	12,3	21
<b>NOJ</b>	10,2	46,4	143,0	22,7	1,38	1,71	32,3	14,3	31
<b>RAS</b>	10,8	69,0	147,0	31,9	1,71	2,45	43,1	24,8	37
<b>RLS</b>	9,3	40,9	142,0	20,3	1,29	1,41	31,4	9,2	23
<b>RRS</b>	8,7	54,1	142,0	26,8	1,49	2,40	35,8	19,5	35
<b>RGI</b>	10,5	50,5	144,1	24,3	1,44	1,89	33,2	15,7	32
<b>RSM</b>	10,9	47,0	140,0	24,0	1,37	1,78	37,5	16,6	30
<b>TFA</b>	9,7	53,2	144,1	25,6	1,48	2,05	36,4	17,2	32
<b>VSR</b>	10,5	64,4	153,0	27,5	1,68	2,14	37,5	16,6	30
<b>IFR</b>	10,5	50,1	150,0	22,3	1,46	1,58	36,8	13,2	26
<b>LFSA</b>	12,3	51,6	155,0	21,5	1,51	1,10	41,2	10,3	20
<b>RS</b>	12,3	58,0	156,4	23,7	1,50	1,53	41,2	16,2	28
<b>MEDIA</b>	<b>10,6</b>	<b>54,0</b>	<b>147,3</b>	<b>25,0</b>	<b>1,50</b>	<b>1,8</b>	<b>37,5</b>	<b>16,6</b>	<b>30,2</b>
<b>E.P.</b>	<b>0,2</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>

**ANEXO U.** Variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório no grupo de crianças obesas antes do período de dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.

<b>Pacientes</b>	<b>VE</b> <b>(L/min)</b>	<b>PETO<sub>2</sub></b> <b>(mmHg)</b>	<b>PETCO<sub>2</sub></b> <b>(mmHg)</b>	<b>VE/VO<sub>2</sub></b> <b>(unidades)</b>	<b>VE/VCO<sub>2</sub></b> <b>(unidades)</b>	<b>VD/VT</b> <b>(unidades)</b>
<b>ACC</b>	33,9	99,6	30,7	37	36	0,23
<b>BTF</b>	41,0	98,9	33,4	37	41	0,41
<b>DPB</b>	49,7	98,1	33,7	42	47	0,37
<b>DSC</b>	42,4	97,3	35,0	35	38	0,40
<b>FLO</b>	32,1	104,3	35,1	36	41	0,31
<b>FMM</b>	36,5	96,5	32,4	43	43	0,35
<b>IC</b>	45,0	98,5	37,9	33	38	0,35
<b>JRS</b>	46,4	98,0	35,0	35	38	0,31
<b>LLC</b>	55,8	103,7	38,1	36	41	0,35
<b>LLL</b>	52,0	96,7	32,6	29	30	0,36
<b>NOJ</b>	34,7	99,6	32,0	36	40	0,28
<b>RAS</b>	41,0	97,5	31,6	37	29	0,19
<b>RLS</b>	48,9	101,3	31,2	40	45	0,29
<b>RRS</b>	37,3	97,7	36,7	34	37	0,22
<b>RGI</b>	33,4	105,6	35,5	35	41	0,31
<b>RSM</b>	46,2	98,8	32,4	38	44	0,34
<b>TFA</b>	38,7	97,0	39,4	36	36	0,28
<b>VSR</b>	43,8	98,5	32,1	35	31	0,17
<b>IFR</b>	47,7	98,4	32,5	36	37	0,30
<b>LFSA</b>	40,9	96,3	35,5	34	37	0,24
<b>RS</b>	42,4	96,5	34,5	34	39	0,41
<b>MEDIA</b>	<b>42,4</b>	<b>99,0</b>	<b>34,2</b>	<b>36,1</b>	<b>38,5</b>	<b>0,31</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO V.** Variáveis ventilatórias no limiar anaeróbio ventilatório no grupo de crianças obesas após o período de dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.

<b>Pacientes</b>	<b>VE</b> (L/min)	<b>PETO<sub>2</sub></b> (mmHg)	<b>PETCO<sub>2</sub></b> (mmHg)	<b>VE/VO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VE/VCO<sub>2</sub></b> (unidades)	<b>VD/VT</b> (unidades)
<b>ACC</b>	29,9	96,8	34,7	32	36	0,13
<b>BTF</b>	35,0	100,7	31,2	42	34	0,24
<b>DPB</b>	31,3	97,0	42,0	32	36	0,26
<b>DSC</b>	38,2	95,9	36,0	33	33	0,36
<b>FLO</b>	43,0	100,1	33,2	29	31	0,27
<b>FMM</b>	38,0	95,7	36,0	32	36	0,26
<b>IC</b>	37,1	100,1	33,7	30	34	0,20
<b>JRS</b>	36,0	95,3	36,3	30	32	0,26
<b>LLC</b>	32,0	98,2	36,3	37	32	0,22
<b>LLL</b>	30,9	88,7	43,5	23	27	0,30
<b>NOJ</b>	34,1	96,8	33,8	36	32	0,27
<b>RAS</b>	32,2	91,6	37,4	30	32	0,22
<b>RLS</b>	37,0	102,3	33,3	38	31	0,26
<b>RRS</b>	34,1	102,1	34,1	36	33	0,15
<b>RGI</b>	37,0	95,6	33,5	33	32	0,24
<b>RSM</b>	34,4	95,2	35,1	39	32	0,27
<b>TFA</b>	31,2	89,0	43,0	24	28	0,23
<b>VSR</b>	33,1	95,5	34,1	37	30	0,14
<b>IFR</b>	26,9	93,2	33,8	35	33	0,26
<b>LFSA</b>	21,2	88,9	39,8	29	34	0,25
<b>RS</b>	35,9	95,4	35,8	32	33	0,36
<b>MEDIA</b>	<b>33,7</b>	<b>95,9</b>	<b>36,0</b>	<b>32,8</b>	<b>32,4</b>	<b>0,25</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO X.** Variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício no grupo de crianças obesas antes do período de dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.

<b>Pacientes</b>	<b>FC</b> <b>(bat/min)</b>	<b>PULSO O<sub>2</sub></b> <b>(ml/bat)</b>	<b>VO<sub>2</sub></b> <b>(ml/kg/min)</b>	<b>VCO<sub>2</sub></b> <b>(ml/kg/min)</b>	<b>RER</b> <b>(unidades)</b>
<b>ACC</b>	186	8,59	22,4	26,9	0,98
<b>BTF</b>	184	7,87	21,6	22,3	1,03
<b>DPB</b>	190	8,02	23,0	26,1	0,95
<b>DSC</b>	193	8,55	27,3	29,3	1,08
<b>FLO</b>	188	7,45	28,4	30,1	1,06
<b>FMM</b>	175	7,95	29,6	26,5	1,00
<b>IC</b>	194	10,23	21,4	21,5	1,00
<b>JRS</b>	189	7,01	23,8	20,8	1,06
<b>LLC</b>	208	8,94	24,4	23,0	0,94
<b>LLL</b>	197	12,03	25,8	39,9	1,11
<b>NOJ</b>	185	7,21	26,7	24,1	0,95
<b>RAS</b>	167	9,40	21,4	20,1	0,94
<b>RLS</b>	192	7,55	28,4	25,6	0,90
<b>RRS</b>	181	7,10	22,9	19,9	0,99
<b>RGI</b>	193	8,76	22,6	27,9	0,92
<b>RSM</b>	188	8,76	22,5	26,9	0,88
<b>TFA</b>	181	9,92	25,5	31,6	0,97
<b>VSR</b>	199	11,10	23,0	30,9	1,03
<b>IFR</b>	207	8,90	24,0	28,9	1,00
<b>LFSA</b>	188	8,71	22,3	26,7	1,01
<b>RS</b>	189	8,99	25,8	23,6	1,05
<b>MEDIA</b>	<b>189,2</b>	<b>8,7</b>	<b>24,4</b>	<b>26,3</b>	<b>0,99</b>
<b>E.P.</b>	<b>2,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>

**ANEXO Z.** Variáveis cardiovasculares e da troca gasosa no pico do exercício no grupo de crianças obesas após o período de dieta hipocalórica associada ao treinamento físico.

<b>Pacientes</b>	<b>FC</b>	<b>PULSO O<sub>2</sub></b>	<b>VO<sub>2</sub></b>	<b>VCO<sub>2</sub></b>	<b>RER</b>
	<b>(bat/min)</b>	<b>(ml/bat)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(ml/kg/min)</b>	<b>(unidades)</b>
<b>ACC</b>	188	11,2	33,0	47,6	1,11
<b>BTF</b>	181	8,5	25,3	24,8	0,98
<b>DPB</b>	182	9,1	31,3	34,9	1,11
<b>DSC</b>	187	9,6	35,0	41,6	1,03
<b>FLO</b>	190	9,7	33,9	33,4	1,05
<b>FMM</b>	185	9,2	38,5	36,3	1,07
<b>IC</b>	201	13,0	32,4	33,9	1,05
<b>JRS</b>	192	10,4	37,7	34,9	1,06
<b>LLC</b>	185	9,0	25,3	26,6	1,05
<b>LLL</b>	203	13,8	37,0	51,6	1,12
<b>NOJ</b>	182	8,0	31,6	31,8	1,01
<b>RAS</b>	181	9,4	24,6	24,7	1,00
<b>RLS</b>	193	7,9	37,4	37,8	1,01
<b>RRS</b>	168	7,3	22,7	21,1	0,93
<b>RGI</b>	184	8,5	31,0	28,4	0,92
<b>RSM</b>	185	8,0	31,4	31,0	0,99
<b>TFA</b>	185	9,2	32,0	33,5	1,05
<b>VSR</b>	201	9,6	29,9	33,3	1,12
<b>IFR</b>	195	7,6	29,7	30,4	1,04
<b>LFSA</b>	192	8,8	32,6	37,8	1,04
<b>RS</b>	178	8,1	25,0	25,0	1,00
<b>MEDIA</b>	<b>187,5</b>	<b>9,3</b>	<b>31,3</b>	<b>33,4</b>	<b>1,04</b>
<b>E.P.</b>	<b>1,8</b>	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>



**REFERÊNCIAS:**

1. Asmussen, E, Nielsen, M. Physiological dead- space and alveolar gas pressures at rest and during muscular exercise. ***Acta Physiol Scand.*** 38(1): 1- 21, 1956.
2. Ayub BV, Bar-Or O. Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for boy mass. ***Med Sci Sports Exerc.*** 35: 669-74, 2003.
3. Berggren JR, Hulver MW, Dohm, GL, Houmard JA. Weight loss and exercise: implications for muscle lipid metabolism and insulin action. ***Med Sci Sports Exerc.*** Jul; 36(7):1191-5, 2004.
4. Boisseau N, Delamarche P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and Adolescents. ***Sports Med.*** 30(6):405-22, 2000.
5. Caruso, P. Músculos da Respiração. In: Carvalho CRR. ***Fisiopatologia Respiratória.*** São Paulo; Atheneu. 2006. p.41- 50.
6. Casaburi R. Effect of endurance training on possible determinants of VO<sub>2</sub> during heavy exercise. ***J Appl Physiol.*** 62 (1):199- 207, 1987.
7. Chevrolet JC, Tschopp JM, Blanc Y, Rochat T, Junod A. Alterations in inspiratory and leg volume force and recovery pattern after marathon. ***Med Sci Sports Exercise.*** 25; 501-507, 1993.
8. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Deitz WM. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. ***BMJ.*** 320:1240-1243, 2000.
9. Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. ***Eur J Clin Nutr.*** 44:45-60, 1990.

10. Delorey, D, S, Wyrick, B, L, Babb, T, G. Mild- to- moderate obesity: implications for respiratory mechanics at rest and during exercise in young men. *Int Journal Obesity*. 29:1039-47, 2005.
11. Eliakim A, Kaven G, Berger I, Friedland O, Wolach B, Nemet D. The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents- a clinical experience. *Eur J Pediatr*. Aug; 161(8): 449- 54, 2002.
12. Eriksson BO, Koch G. Effect of physical training on hemodynamic responses during submaximal and maximal exercise in 11 to 13 year old boys. *Acta Physiol Scand*. 87: 27- 39, 1973.
13. Figueroa-Munoz, JI, Chinn S, Rona RJ. Association between obesity and asthma in 4- 11 year old children in the UK. *Thorax*. 56(2):133-7, 2001.
14. Fogelholm, M, Nuutinen O, Pasanen M, Myohanen E, Saatela T. Parent-child relationship of physical activity patterns and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 23:1262- 8, 1999.
15. French SA, Story M, Jeffery RW. Environmental influences on eating and physical activity. *Annu Rev Public Health*. 22:309-35, 2001.
16. Gehan E, Georges S. Estimation of human body surface area from height and weight. *Cancer Chemotherapy Report*. 54: 225- 235, 1970.
17. Gratas-Delamarche A, Mercier J, Ramonatxo M, Dasonville J, Prefaut C. Ventilatory response of prepubertal boys and adults to carbon dioxide at rest and during exercise. *Eur J Appl Physiol*. 66: 25-30, 1993.
18. Grimby, G. Respiration in exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1:9- 14, 1969.

19. Guo, SS. The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35y. *Am J Clin Nutr.* 59: 810- 9, 1994.
20. Harms CA, Babcock MA, McClaran SR, et al. Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise. *J Appl Physiol.* 82(5): 1573- 1583, 1997.
21. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol.* 72:366–373, 1992.
22. Inselman LS, Milanese A, Deurloo A. Effect of obesity on pulmonary function in children. *Pediatr Pulmonol.* 16: 130-137, 1993.
23. Jeeb, SA, Moore M.S. Contribution of a sedentary lifestyle and inactivity to the etiology of overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc.*, v.31 (11Suppl), p.S534-41, 1999.
24. Jones AM, Carter H. The effect of endurance Training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med.* Jun; 29 (6): 373- 386, 2000.
25. Kaufman C, Kelly AS, Kaiser DR, Steinberger J, Dengel DR. Aerobic-exercise training improves ventilatory efficiency in overweight children. *Pediatr Exerc Sci.* 19: 82- 92, 2007.
26. Kolata G. Obese Children. *Science.* Apr 4; 232 (4746): 20- 1, 1986.
27. Kopelman, PG. Obesity as a medical problem. *Nature.* 404(6778):635-43, 2000.
28. Lanteri CJ, Sly PD. Changes in respiratory mechanics with age. *J Appl Physiol.* 74: 369-78, 1993.

29. Maffeis C, Schutz YY, Schena F, Zaffanello M, Pinelli L. Energy expenditure during walking and running in obese and nonobese prepubertal children. *J Pediatr*. 123: 193-99, 1993.
30. Marinov B, Kostianev S, Turnovska T. Ventilatory Efficiency and Rate of Perceived Exertion in Obese and Non- Obese Children Performing Standardized Exercise. *Clin Physiol & Func Im*. 22: 254- 260, 2002.
31. Mcardle, DW, Katch, IF, LV Katch. Estrutura e função pulmonares. In: Mcardle DW. *Fisiologia do exercício energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro; Guanabara Koogan. 2004. p.209- 225.
32. McInnis KJ. Exercise and obesity. *Coron Artery Dis*. 11: 111–116, 2000.
33. Monteiro, JC. Obesidade: diagnóstico, métodos e fundamentos. In: Halpern A. *Obesidade*. São Paulo; Lemos Editorial. 1998. p.31- 54.
34. Neder, JA, Nery, LA. Ajustes Tóraco-Pulmonares. In: Neder, JA, Nery, LA. *Fisiologia clínica do exercício teoria e prática*. São Paulo; Artesmédicas. 2003. p.112- 136.
35. Nemet D, Barkan S, Epstein Y, Friedland O, Kowen G, Eliakim A. Short- and Long- term beneficial effects of a combined dietary- behavioral- physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. *Pediatrics*. 115: e443- e449, 2005.
36. Patessio A, Carone M, Loli F, Donner CF. Ventilatory and metabolic changes as a result of exercise training in COPD patients. *Chest*. 101; 274-278, 1992.
37. Pflieger KL, Treiber FA, Davis H, McCaffrey FM, Raunikaar RA, Strong WB. The effect of adiposity on children's left ventricular mass and geometry

- and haemodynamic responses to stress. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 18: 117-122, 1994.
38. Porszasz J, Margareta E, Goto S, Somfay A, Whipp BJ, Casaburi R. Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise – induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with CPOD . *Chest*. 128: 2025- 2034, 2005.
39. Prado DM, Dias RG, Trombetta IC. Cardiovascular, ventilatory, and metabolic parameters during exercise: differences between children and adults. *Arq Bras Cardiol*. 87: e92- e97, 2006.
40. Redline S. Risk factors for sleep- disordered breathing in children: associations with obesity, race, and respiratory problems. *Am J Respir Crit Care Med*. 159:1527-32, 1999.
41. Reybrouck T, Weymans M, Vinckx J, Stijns H, Lodeweyckx MV. Assessment of cardiorespiratory exercise function in obese children and adolescents by body mass- independent parameters. *Eur J Appl Physiol*. 75: 478-83, 1997.
42. Rocchini AP, Katch V, Anderson J, et al. Blood pressure in obese adolescents: effects of weight loss. *Pediatrics*. 82: 16- 23, 1998.
43. Rowland TW, Bhargava R, Parslow D, Heptulla RA. Cardiac response to progressive cycle exercise in moderately obese adolescent females. *J Adolesc Health*. 32:422-427, 2003.
44. Rowland, TW. Ventilation responses. In: Rowland, TW. *Children's Exercise Physiology*. Champaign; Human Kinetics. 2005. p.135- 145.

45. Rowland TW. Aerobic exercise testing protocols .In: Rowland TW. ***Pediatric laboratory exercise testing protocols***. Champaign; Human Kinetics. 1993. p. 19- 41.
46. Sakamoto, S, K, Ishikawa, S, Senda, S, Nakajima, H, Matsuo. The effect of obesity on ventilatory response and anaerobic threshold during exercise. ***J Med Syst***. 17: 227- 231, 1993.
47. Sampson, M, G, Grassino, K. Neuromechanical properties in obese patients during carbon dioxide rebreathing. ***Am J Med***. 75: 81- 90, 1983.
48. Sothorn MS, Loftin M, Suskind RM, Undall JNJ, Blecker U. The impact of significant weight loss on resting energy expenditure in obese youth. ***J investig Med***. May; 47(5): 222- 6, 1999.
49. Springer C, Barstow TJ, Cooper DM. Effect of hypoxia on ventilatory control during exercise in children and adults. ***Pediatr Res***. 25:285-290, 1989.
50. Sun XG, Hansen JE, Garatachea N, Storer TW, Wasserman K. Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects. ***Am J Respir Crit Care Med***. 166:1443- 1448, 2002.
51. Swartz, R, S. Effect of intensive endurance exercise training on body fat distribution in young and older men. ***Metabolism***. 40: 545-51, 1991.
52. Troiano, RP, Flegal KM. Overweight children and adolescents: description, epidemiology, and demographics. ***Pediatrics***. 101:497- 504, 1998.
53. Vam Itallie, TB. Health implications of overweight and obesity in the United States. ***Ann Intern Med***. 103: 983- 8, 1985.

54. Villares, SMF. Obesidade e genética. In: Halpern A. **Obesidade**. São Paulo; Lemos Editorial. 1998. p.67- 80.
55. Villares, SMF, Ribeiro, MM, Silva, AG. Obesidade infantil e exercício. In: Negrão, CE, Barreto, ACP. **Cardiologia do exercício do atleta ao cardiopata**. São Paulo; Manole. 2005. p.293- 305.
56. Wang, L, Cerny, F. Ventilatory response to exercise in simulated obesity by chest loading. **Med Sci Sports Exerc**. 36(5): 780- 786, 2004.
57. Wasserman, K, Hansen, JE, Sue, DY, Casaburi, R, Whipp, BJ. Fisiopatologia das disfunções limitando o exercício. In: Wasserman, K. **Provas de esforço princípios e interpretação**. Rio de Janeiro; Revinter. 2005. p. 96- 113.
58. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**. 33:236-43, 1973.
59. Wasserman K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. **Am Rev Respir Dis**. 12:S35-S40, 1984.
60. Watts K, Jones TW, Davis EA, Green D. Exercise training in obese children and adolescents. **Sports Med**. 35(5): 375- 392, 2005.
61. Weinstock RS, Dai H, Wadden TA. Diet and exercise in the treatment of obesity. **Arch Intern Med**. 158: 2477–2483, 1998.
62. Whipp, B, J, Davis, J, A. The ventilatory stress of exercise in obesity. **Am Rev Respir Dis**. 129(Suppl): S90- S92, 1984.
63. Whitaker, RC. Predicting obesity in young adulthood and parental obesity. **N Engl J Med**. 25:337(13):869-73, 1997.

64. Wing RR. Physical activity in the treatment of the adulthood overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exercise*. 31: S547-S552, 1999.
65. World Health Organization. WHO: Energy and protein requirements. In: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1985. Technical Report Series 724.