



MARIANA SIMÕES FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR E DO DESEMPENHO  
FÍSICO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS**

CAMPINAS

2013





---

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Médicas

**MARIANA SIMÕES FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR E DO DESEMPENHO  
FÍSICO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS**

**Orientador: Prof. Dr. José Dirceu Ribeiro**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Roberto Teixeira Mendes**

Dissertação apresentada à Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Ciências, área de concentração em Saúde da Criança e do Adolescente

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO (TESE) DEFENDIDA PELO ALUNO MARIANA SIMÕES FERREIRA E ORIENTADA PELO PROF.DR. JOSÉ DIRCEU RIBEIRO

Assinatura do orientador

---

Campinas

2013

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas  
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

F413a      Ferreira, Mariana Simões, 1986-  
              Avaliação da função pulmonar e do desempenho físico de crianças e adolescentes obesos / Mariana Simões Ferreira. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

              Orientador : José Dirceu Ribeiro.  
              Coorientador : Roberto Teixeira Mendes.  
              Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

              1. Obesidade. 2. Testes de função respiratória. 3. Exercício físico. I. Ribeiro, José Dirceu, 1952-. II. Mendes, Roberto Teixeira, 1953-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em inglês:** Evaluation of lung function and physical performance in obese children and adolescents

**Palavras-chave em inglês:**

Obesity

Lung function tests

Physical Exercise

**Área de concentração:** Saúde da Criança e do Adolescente

**Titulação:** Mestra em Ciências

**Banca examinadora:**

José Dirceu Ribeiro [Orientador]

Paulo Augusto Moreira Camargos

Ilma Aparecida Paschoal

**Data da defesa:** 28-08-2013

**Programa de Pós-Graduação:** Saúde da Criança e do Adolescente

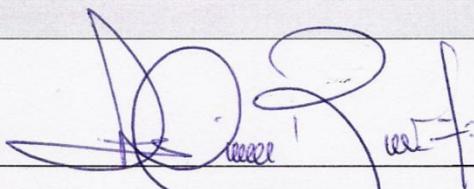
# BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

MARIANA SIMÕES FERREIRA

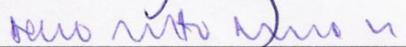
Orientador PROF. DR. JOSÉ DIRCEU RIBEIRO

## MEMBROS:

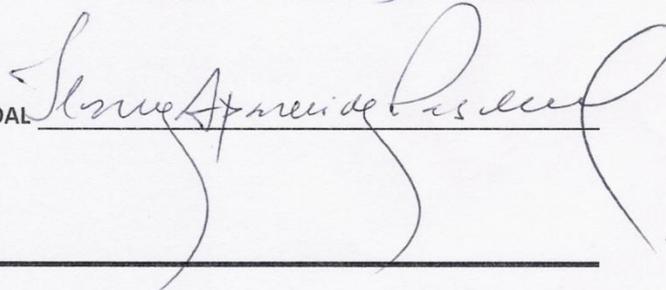
1. PROF. DR. JOSÉ DIRCEU RIBEIRO



2. PROF. DR. PAULO AUGUSTO MOREIRA CAMARGOS



3. PROFA. DRA. ILMA APARECIDA PASCHOAL



Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas

Data: vinte e oito de agosto de dois mil e treze



**RESUMO**



Os efeitos da obesidade na função pulmonar de crianças e jovens ainda não estabelecidos, havendo grande divergência na literatura. Além disso, não é claro o momento em que se inicia o comprometimento da função pulmonar pela obesidade e tampouco a relação desta alteração com o condicionamento físico. **Objetivo:** Avaliar a função pulmonar e o condicionamento físico de crianças e adolescentes obesos e compará-los com um grupo controle de indivíduos saudáveis. **Método:** Estudo transversal e analítico que incluiu 38 obesos, de ambos os sexos, com idade entre 5 e 17 anos e controles da mesma faixa etária. A função pulmonar dos participantes foi avaliada por meio da espirometria, que foi realizada segundo os padrões da *American Thoracic Society* (ATS) e da *European Respiratory Society* (ERS), e também pela Capnografia Volumétrica (CV). Os obesos repetiram as avaliações após o uso de broncodilatador. O teste de caminhada de seis minutos (TC6) foi utilizado para a avaliação do desempenho físico e sua realização seguiu os critérios da ATS. **Resultados:** Na espirometria, os obesos apresentaram capacidade vital forçada (CVF) significativamente maior do que os eutróficos ( $p=0,03$ ) e valores significativamente menores no Índice de Tiffeneau ( $VEF1/CVF$ ) ( $p<0,01$ ) e em todos os fluxos expiratórios forçados ( $p<0,01$ ), caracterizando distúrbio obstrutivo por fluxos em 36,8% dos obesos. Em relação à CV, os obesos apresentaram o volume minuto alveolar (VMalv) ( $p=0,04$ ), o volume corrente (VC) ( $p=0,05$ ), o volume corrente alveolar (VC<sub>alv</sub>) ( $p=0,02$ ) e o volume produzido de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) ( $p<0,01$ ) maiores do que os eutróficos, enquanto a relação entre o volume espaço morto e o volume corrente ( $VD/VC$ ) ( $p=0,02$ ) e o Slope da fase 3 corrigido pelo volume exalado ( $Slp3/V_e$ ) ( $p=0,01$ ) foi menor entre os obesos. A distância percorrida (DP) no TC6 foi significativamente menor no grupo obeso ( $p<0,01$ ), apesar de realizarem um trabalho (T) maior para isso ( $p<0,01$ ). As alterações na função pulmonar dos obesos não se correlacionaram diretamente com o desempenho no TC6. Entretanto, observou-se correlação entre a função pulmonar e as variáveis representativas do esforço durante o exercício. **Conclusão:** As crianças e adolescentes obesos apresentaram comprometimento da função pulmonar e do desempenho físico. Não se observou relação direta entre estes comprometimentos e sim associação da função pulmonar com mecanismos indicativos do esforço.

**Palavras-chaves:** Obesidade; Função Pulmonar; Exercício Físico.



**ABSTRACT**



## ABSTRACT

---

The effects of obesity in children and adolescents' lung function are not established, and there is a considerable disagreement in literature about this subject. Furthermore, it is not clear when the damages, caused by obesity, begin, neither the relation between lung function and the physical performance. **Aim:** To assess the lung function and the performance of obese children and adolescents and, to compare them with a control group of healthy **subjects.** **Method:** Cross-sectional and analytical study including 38 obese subjects, of both sexes, aged between 5 and 17 years old and control group at same age. Lung function was assessed by Spirometry, performed according to American Thoracic Society (ATS) and European Respiratory Society (ERS), and also by Volumetric Capnography (VC). The obese group has repeated the procedures after bronchodilator (BD) use. The Six Minute Walk Test (6MW) evaluated the performance, and followed the ATS standards. **Results:** In spirometry, obese group had significantly higher forced vital capacity (FVC) ( $p=0.03$ ) than the control group and significantly lower values in Tiffeneau index (FEV1/FVC) and in all forced expiratory flows ( $p<0.01$ ), resulting in obstruction by the flows in 36.8% of obese group. Regarding VC, obese group had alveolar minute volume (VMalv) ( $p=0.04$ ), tidal volume (VT) ( $p=0.05$ ), alveolar tidal volume (VTalv) ( $p=0.02$ ) and carbon dioxide volume (VCO<sub>2</sub>) ( $p<0.01$ ) significantly higher than healthy group, and the relation between dead space volume and tidal volume (VD/VT) ( $p=0.02$ ) and the phase 3 slope adjusted for exhaled volume (Slp3/Ve) ( $p=0.01$ ) was significantly lower in obese group. Walked distance (WD) in 6MWT was significantly shorter in obese patients ( $p<0.01$ ), despite performing greater work (W) for doing that ( $p<0.01$ ). Obese changes in lung function did not correlated with the performance in 6MWT. However, there was correlation between lung function and variables which indicates the effort during exercise. **Conclusion:** Obese children and adolescents had lung function and performance damages. There were no relation between both damages and there was association between lung function and effort indicative tools.

**Keywords:** Obesity, Pulmonary Function, Physical Performance.



RESUMO.....	ix
ABSTRACT .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xxv
LISTA DE TABELAS .....	xxvii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	xxix
I – Introdução .....	35
1.1 Obesidade.....	35
1.1.1 <i>A função pulmonar e a obesidade</i> .....	37
1.2 Espirometria .....	38
1.3 Capnografia Volumétrica.....	39
1.4 Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6) .....	41
II- Justificativa.....	47
III- Objetivos .....	51
3.1 Objetivo Geral .....	51
3.2 Objetivos Específicos.....	51
IV- Método.....	55
4.1 Aspectos éticos .....	55
4.2 Desenho do estudo .....	55
4.3 Local do estudo.....	55
4.4 Seleção dos sujeitos .....	56
4.4.1 <i>Obesos</i> .....	56
4.4.2 <i>Grupo controle</i> .....	56
4.5 Coleta e processamento de dados.....	56

4.5.1 Espirometria.....	57
4.5.2 Capnografia Volumétrica .....	58
4.5.3 Teste de Caminhada de Seis Minutos .....	60
4.6 Análise Estatística.....	63
V- Resultados.....	66
5.1 Análise Descritiva.....	66
5.2 Espirometria .....	67
5.3 Capnografia Volumétrica.....	69
5.4 Análise da espirometria e da CV dos grupos por idade .....	70
5.5 Análise da espirometria e da CV dos grupos por sexo .....	71
5.6- Teste de Caminhada de Seis Minutos .....	74
5.7 Análise do TC6 dos grupos por idade .....	79
5.8 Análise do TC6 dos grupos por sexo .....	80
5.9 Relação entre os procedimentos.....	81
5.9.1 <i>Correlação entre as variáveis de avaliação da função pulmonar e o TC6 no GO</i> .....	83
VI- Discussão .....	89
6.1 Limitações do estudo .....	102
6.2 Perspectivas futuras.....	103
VII- Conclusões .....	106
VIII- Referências.....	110
IX- Anexos.....	122
Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FCM/UNICAMP .....	122
Anexo 2- Termo de consentimento livre e esclarecido.....	125
Anexo 3 – Ficha de avaliação .....	127

Anexo 4 – Avaliação do Desenvolvimento Puberal.....	134
Anexo 5 – Curvas de crescimento (IMC X idade) segundo os critérios do CDC .....	136
Anexo 6 – Certificado de Exame de Qualificação .....	138
Anexo 7 – Comprovantes de atividades científicas obtidos durante o mestrado .....	139



***Dedicatória***

*Aos meus pais e minha irmã por respeitarem  
e apoiarem minhas escolhas.*

*Ao Lico pelo companheirismo, compreensão  
e pelo dom de tornar tudo mais bonito.*



***“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original”***

Albert Einstein



## AGRADECIMENTOS

---

Seria muita ousadia da minha parte acreditar que em poucas páginas conseguiria agradecer a todos que participaram dessa conquista, pois se hoje concretizo esse projeto é porque muita gente me ajudou a regar e adubar essa planta que está apenas começando a dar frutos. Sendo assim, maior do que os agradecimentos formais é o carinho que tenho por cada um que participou dessa trajetória e que contribuiu de alguma maneira para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. José Dirceu Ribeiro por sua sabedoria, sempre compartilhando seu imenso conhecimento sem hesitar. Agradeço também por seu entusiasmo pela ciência, sempre fomentando o desejo pela busca do saber científico.

Ao Prof. Dr. Roberto Teixeira Mendes, que mereceria um capítulo a parte por tudo o que devo agradecê-lo. Foi um pai que encontrei na UNICAMP, um exemplo de pessoa e profissional, que me ajudou a enfrentar todas as dificuldades com toda a paciência e compreensão. Seu caráter e seu modo de ver a vida são exemplos para mim e espero um dia chegar próximo do que você é.

A todos os profissionais do Ambulatório de Obesidade na Criança e no Adolescente do HC/UNICAMP, pela competência e pela disposição em somar forças para proporcionar um atendimento com cada vez mais qualidade e pela contribuição na realização deste trabalho.

À Maria Ângela Gonçalves O. Ribeiro e à Silvana Dalge Severino por disponibilizarem o LAFIP com tanta generosidade e por contribuírem com o conhecimento na avaliação da função pulmonar.

A todos os pacientes do ambulatório, dos hospitais e domiciliares por me fazerem ter a certeza diária de que, mesmo diante das dificuldades, fiz a escolha profissional certa.

Aos profissionais do CIPED e da Pós-Graduação pela disposição perante as dúvidas e burocracias.

À Profa. Dra. Adyléia Aparecida Dalbo Contrera Toro e à Profa. Dra. Mariana Porto Zambon pela gentileza e disponibilidade no processo de qualificação e por suas valiosas contribuições.

À Profa. Dra. Ilma Aparecida Paschoal e ao Prof. Dr. Paulo Augusto Moreira Camargos pela dedicação ao conhecimento deste trabalho e contribuição para a melhoria do mesmo.

Ao Fernando Augusto de Lima Marson, por sua competência e determinação, colaborando muito na conclusão deste trabalho.

À família que Deus me deu por me transmitir valores e oferecer condições para que eu sempre alcance meus objetivos de forma honesta e por me mostrarem que as realizações são sempre consequências do esforço e dedicação.

À família que Deus me permitiu escolher, meus amigos. Pessoas fundamentais no meu amadurecimento, tão diferentes entre si que a soma destas diferenças nos tornam uma fortaleza indestrutível e incomparável.

Ao meu namorado Luiz Fernando Vogel, por me impulsionar diariamente para objetivos maiores e confiar em mim. Obrigada pelo carinho, pela dedicação e por me tornar a cada dia uma pessoa melhor. Você me faz muito feliz.

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1- Representação das curvas da espirometria e dos volumes pulmonares	38
Figura 2- Capnograma Volumétrico .....	41
Figura 3- Posicionamento adequado para a realização da espirometria.....	58
Figura 4- Monitor CO2MO Plus®, DX-8100. ....	59
Figura 5- Posicionamento adequado para a realização da CV. ....	60
Figura 6- Escala de percepção de esforço de Borg. ....	62
Figura 7- Escala Visual Analógica.....	62
Figura 8- Fluxos Expiratórios Forçados em função da porcentagem do valor predito para cada indivíduo. ....	68
Figura 9- Análise das porcentagens dos valores preditos das variáveis espirométricas do GO antes e após o uso do BD. ....	68
Figura 10- Comparação dos fluxos expiratórios forçados em função da % do valor predito para cada indivíduo de acordo com o sexo, seguida dos valores de p. ....	73
Figura 11- Análise da DP e do T dos grupos no TC6.....	75
Figura 12- Variação do comportamento cardiorrespiratório no TC6.....	76
Figura 13- Nível de significância das mudanças cardiorrespiratórias no TC6.....	77
Figura 14- Comportamento do esforço durante o TC6 avaliado por Borg e EVA..	78
Figura 15- Desempenho dos grupos no TC6 em relação à idade, segundo o critério de Priesnitz et al. ....	80



## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1- Distribuição e dados antropométricos dos grupos avaliados. ....	66
Tabela 2- Desempenho dos grupos na CV. ....	69
Tabela 3- Variáveis da CV com resposta significativa ao uso de BD. ....	70
Tabela 4- Dados antropométricos após a subdivisão dos grupos por faixa etária. ....	71
Tabela 5- Descrição dos grupos e desempenho na espirometria e na CV após a redistribuição por sexo. ....	72
Tabela 6- Variáveis cardiorrespiratórias durante o repouso. ....	75
Tabela 7- Porcentagem dos sujeitos do estudo que apresentaram desempenho abaixo do esperado no TC6 de acordo com equações de normalidade descrita na literatura. ....	79
Tabela 8- Correlações significativas das variáveis antropométricas com a espirometria, a CV e o TC6. ....	81
Tabela 9- Correlações entre as variáveis de análise de função pulmonar por meio da espirometria e da CV. ....	83
Tabela 10- Correlações significativas entre a espirometria e o TC6 no GO. ....	84
Tabela 11- Correlações significativas entre a CV e o TC6 no GO. ....	85



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

---

≠: Diferença

**ΔFC:** Diferença entre a frequência cardíaca final e inicial

**Ag:** Argônio

**ATS:** American Thoracic Society

**AVD:** Atividades de vida diária

**BD:** Broncodilatador

**BORG:** Escala de Borg

**BORGD:** Escala de Borg para percepção de dispneia

**BORGMII:** Escala de Borg para percepção de esforço em membros inferiores

**BPM:** Batimentos por minuto

**C/Q:** Relação cintura quadril

**CC:** Circunferência da cintura

**CDC:** Center for Disease Control and Prevention

**CF:** Custo Fisiológico

**CIPED:** Centro de Investigação em Pediatria

**CM:** Centímetros

**CO:** Monóxido de Carbono

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono

**CQ:** Circunferência do quadril

**CRF:** Capacidade Residual Funcional

**CV:** Capacidade Vital

**CVF:** Capacidade Vital Forçada

**DP:** Distância percorrida

**DPOC:** Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

**DPU:** Desenvolvimento Puberal

**ERS:** European Respiratory Society

**EVA:** Escala Visual Analógica

**EVAD:** Escala Visual Analógica para percepção de dispneia

**EVAMII:** Escala Visual Analógica para percepção de esforço em membros inferiores

**ETCO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono exalado no fim da expiração

**FC:** Frequência Cardíaca

**FCI:** Fibrose Cística

**FCM:** Faculdade de Ciências Médicas

**FEF25%:** Fluxo expiratório forçado a 25 por cento da capacidade vital forçada

**FEF50%:** Fluxo expiratório forçado a 50 por cento da capacidade vital forçada

**FEF75%:** Fluxo expiratório forçado a 75 por cento da capacidade vital forçada

**FEF25-75%:** Fluxo expiratório forçado entre 25 e 75 por cento da capacidade vital forçada

**FEFmax:** Fluxo expiratório forçado máximo

**FEM:** Feminino

**FR:** Frequência respiratória

**GC:** Grupo controle

**GC1:** Grupo controle para a espirometria e a capnografia volumétrica

**GC2:** Grupo controle para o teste de caminhada de seis minutos

**GO:** Grupo obeso

**HC:** Hospital das Clínicas

**He:** Hélio

**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IMC:** Índice de Massa Corpórea

**LAFIP:** Laboratório de Fisiologia Pulmonar

**M:** Minuto

**MASC:** Masculino

**N:** Nitrogênio

**OMS:** Organização Mundial da Saúde

**P:** Peso

**PA:** Pressão arterial

**PAD:** Pressão arterial diastólica

**PaO<sub>2</sub>:** Pressão parcial de oxigênio

**PAS:** Pressão arterial sistólica

**PEEP:** Pressão positiva no fim da expiração

**PFP:** Prova de Função Pulmonar

**RPM:** Respirações por minuto

**S:** Segundos

**SARA:** Síndrome da Angústia Respiratória Aguda

**SF<sub>6</sub>** : Hexafluoreto de Enxofre

**Slp2**: Slope da Fase II

**Slp2/Ve**: Slope da fase II corrigido pelo volume exalado

**Slp3**: Slope da fase III

**Slp3/Ve**: Slope da fase III corrigido pelo volume exalado

**SpO<sub>2</sub>**: Saturação periférica de oxigênio

**SPSS**: Statistical Package for the Social Sciences

**T**: Trabalho no Teste de Caminhada de Seis Minutos

**TC6**: Teste de Caminhada de Seis Minutos

**TCLE**: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Ti**: Tempo inspiratório

**Te**: Tempo expiratório

**UNICAMP**: Universidade Estadual de Campinas

**VC**: Volume corrente

**VC<sub>alv</sub>**: Volume corrente alveolar

**VCO<sub>2</sub>**: Volume de dióxido de carbono

**VD**: Volume espaço morto

**VD/VC**: Relação entre o volume espaço morto e o volume corrente

**Ve**: Volume exalado

**VEF1**: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo

**VEF1/CVF**: Índice de Tiffeneau

**VM**: Volume minuto

**VM<sub>alv</sub>**: Volume minuto alveolar

**VMec**: Ventilação Mecânica

**VMed**: Velocidade Média

**VO<sub>2</sub>**: Consumo de oxigênio

**VO<sub>2max</sub>**: Consumo máximo de oxigênio

**VRE**: Volume de reserva expiratória



## INTRODUÇÃO



# I – Introdução

---

## 1.1 Obesidade

A presença da obesidade entre os seres humanos data desde a Pré-História, no período Paleolítico, há mais de 20 mil anos. Sua relação com aspectos físicos e sociais demonstra sua influência na cultura e no modo de vida das civilizações. No Antigo Egito, por exemplo, as manifestações artísticas em que a obesidade estava presente se referiam sempre a classes sociais mais poderosas. Entretanto, na Grécia Antiga, onde se evidenciou um grande desenvolvimento científico, estudiosos já apontavam a relação entre a obesidade e prejuízos à saúde, como é o caso de Hipócrates, que descreveu a associação entre a obesidade e a morte súbita. <sup>(1)</sup>

A partir do final do século XX, a obesidade passou a ser considerada uma doença crônica e multifatorial. Atualmente, sua prevalência abrange proporções epidêmicas. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostram que 65% da população mundial vive em países onde a obesidade mata mais do que a subnutrição. <sup>(2)</sup>

Os prejuízos consequentes da obesidade deixaram de ser uma preocupação apenas entre a população adulta. A OMS define como um dos principais desafios de saúde pública para o século 21 o combate à obesidade infantil e enfatiza a importância da prevenção dessa doença. No Brasil, por exemplo, o último senso apresentado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério da Saúde apresentou uma prevalência de excesso de peso superior a 30% entre crianças de 05 a 09 anos e em torno de 20% na faixa etária entre 10 e 19 anos. <sup>(3,4)</sup>

A massa corporal é determinada desde o nascimento até a vida adulta por meio de mecanismos fisiológicos que equilibram a ingestão e o gasto calórico. Qualquer alteração que determine aumento do aporte calórico ou baixo gasto energético determina, em longo prazo, ganho de massa corpórea. Essa alteração pode ter

influência genética ou patológica, entretanto, evidencia-se de forma cada vez mais efetiva o estilo de vida sendo a principal influência da epidemia da obesidade infantil. <sup>(5)</sup>

Uma dieta hipercalórica, característica do século XXI, associada a um estilo de vida cada vez mais sedentário determinam e caracterizam uma população cada vez mais obesa, de forma cada vez mais precoce. Sendo assim, disfunções multissistêmicas, anteriormente observadas apenas em adultos, passaram a fazer parte da rotina clínica em crianças e adolescentes. <sup>(6)</sup>

Estudos apontam que as alterações em crianças e adolescentes obesos repercutem no sistema cardiovascular, aumentando o risco para dislipidemias, hipertensão arterial sistêmica, coagulopatias, além de favorecer o desenvolvimento de processos inflamatórios crônicos e disfunções endoteliais. No sistema respiratório, a obesidade está diretamente relacionada com o desenvolvimento de apneia obstrutiva do sono e asma. No sistema endócrino, a obesidade é fator de risco para diabetes tipo II e alterações no desenvolvimento puberal (DPU), como, por exemplo, puberdade precoce. Além disso, o excesso de peso também está relacionado com disfunções gastrointestinais, hepáticas, neurológicas, renais e musculoesqueléticas. Somada às disfunções orgânicas, a obesidade traz prejuízos psicossociais associados, como depressão, baixa autoestima e desordens alimentares. <sup>(5,7)</sup>

Todo esse quadro favorece para o desenvolvimento de um ciclo vicioso no paciente obeso em que o estilo de vida sedentário associado a uma dieta hipercalórica, determina o ganho de peso. Uma vez obeso, as repercussões sistêmicas reduzem a tolerância ao exercício, tornando o sujeito cada vez mais sedentário e, conseqüentemente, cada vez mais obeso.

Diante disso, os cuidados com a obesidade devem incluir, além da reeducação alimentar, a atividade física, uma vez que o exercício favorece o aumento do gasto energético, estimulando a perda calórica além da transformação de massa gorda em massa magra. Como consequência, a atividade física reduz os prejuízos

sistêmicos advindos do excesso de peso, favorecem a liberação de substâncias como a serotonina, minimizando os efeitos psicossociais deletérios, além do exercício em si representar uma mudança de hábito que proporciona uma melhor qualidade de vida. <sup>(5,8,9)</sup>

### *1.1.1 A função pulmonar e a obesidade*

A obesidade leva ao comprometimento da mecânica respiratória devido à redução da complacência torácica, que ocorre pela compressão extrínseca do tecido adiposo a caixa torácica. Além disso, estudos recentes demonstram que a patogênese de doenças pulmonares em indivíduos obesos pode estar relacionada a uma condição de inflamação sistêmica, causada pelo desequilíbrio entre mediadores inflamatórios produzidos pelo tecido adiposo. Todavia, a literatura não estabelece quando se iniciam estas alterações e nem a progressão destes comprometimentos. <sup>(10, 11, 12)</sup>

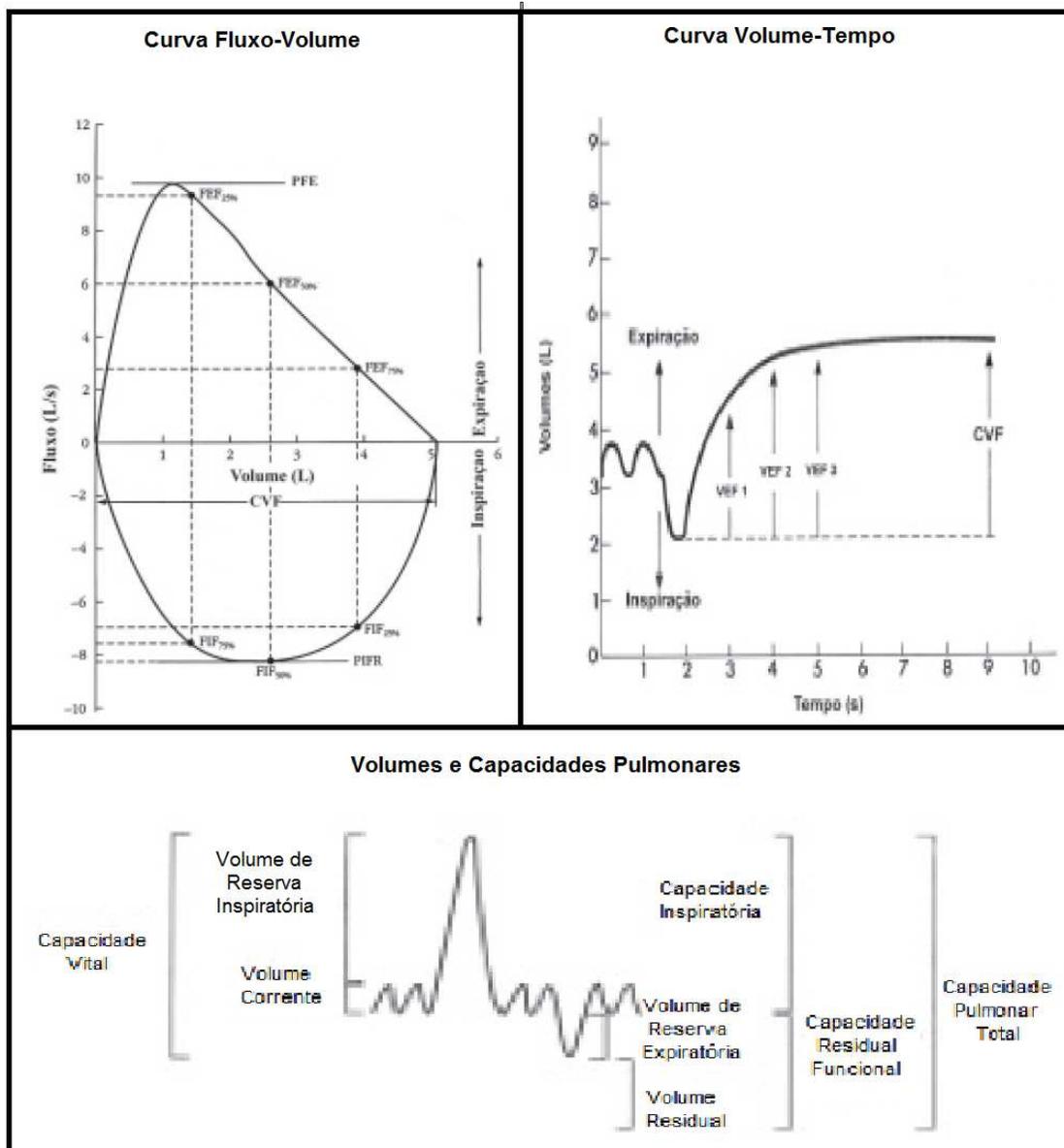
Na população adulta, os prejuízos causados pela obesidade no sistema respiratório estão mais claros, apesar de ainda haver a necessidade de se estabelecer um consenso. A redução na complacência pulmonar e na eficiência da musculatura respiratória gera uma respiração rápida e superficial. Na avaliação espirométrica o achado mais comum é a redução no volume de reserva expiratório (VRE) com conseqüente queda da capacidade residual funcional (CRF). Observa-se também uma discreta redução na capacidade vital forçada (CVF) e no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1). Pode haver redução nos fluxos expiratórios conseqüentes à redução de volume e aumento da resistência respiratória. <sup>(13, 14)</sup>

Na avaliação de crianças e adolescentes os estudos são muito divergentes entre si em todas as variáveis analisadas. T tamanha diferença pode ocorrer devido as grandes mudanças na estrutura corporal nesta faixa etária, bem como, as diferenças antropométricas em cada etnia, além da variação na idade dos indivíduos em cada estudo.

## 1.2 Espirometria

A espirometria é o método mais utilizado na avaliação da função pulmonar. Sua técnica consiste na medida dinâmica dos volumes e capacidades pulmonares, a qual pode ser realizada durante ciclos respiratórios lentos ou forçados. A figura 1 mostra as representações gráficas dos resultados espirométricos e também os valores medidos. <sup>(15, 16)</sup>

Figura 1- Representação das curvas da espirometria e dos volumes pulmonares



Ao realizar o exame devem ser considerados todos os fatores de variabilidade que incluem aspectos técnicos como a calibração e o funcionamento adequado do aparelho, temperatura ambiente e altitude e também aspectos biológicos como a influência da altura, peso e sexo bem como hábitos de vida, ocupação, características genéticas e a presença de doenças. <sup>(17)</sup>

A utilização da espirometria na avaliação da população pediátrica vem sendo estudada e aplicada em faixas etárias cada vez menores, havendo estudos com crianças de até dois anos. Entretanto, deve haver um cuidado peculiar na avaliação deste grupo, uma vez que, sendo a espirometria um exame esforço-dependente, é necessária a compreensão e a colaboração dos sujeitos, o que gera uma dificuldade entre as crianças, principalmente nas manobras forçadas. <sup>(18,19)</sup>

### **1.3 Capnografia Volumétrica**

Mediante as limitações da espirometria, novos métodos para a avaliação da função pulmonar vêm sendo estudados. A utilização de gases inertes como Hélio (He), Argônio (Ag), Nitrogênio (N) e Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>) surgiram como uma forma alternativa para esta avaliação. Estudos apontam sua eficiência na avaliação de distúrbios ventilatórios, principalmente, das vias aéreas de pequeno calibre. <sup>(20, 21, 22, 23)</sup>

A Capnografia Volumétrica (CV) também representa um método alternativo na avaliação da função pulmonar. Este procedimento não utiliza gases inertes, e sim o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), participante das trocas gasosas, e permite a avaliação de cada ciclo respiratório, diferentemente dos gases inertes, cuja análise é realizada por meio de múltiplas respirações. <sup>(24)</sup>

A CV permite a análise numérica e gráfica da concentração de CO<sub>2</sub> em função do volume exalado, possibilitando a avaliação dos volumes pulmonares, espaço

morto e do padrão de exalação do CO<sub>2</sub>. Neste exame cada ciclo respiratório é dividido em três fases: <sup>(25, 26)</sup>

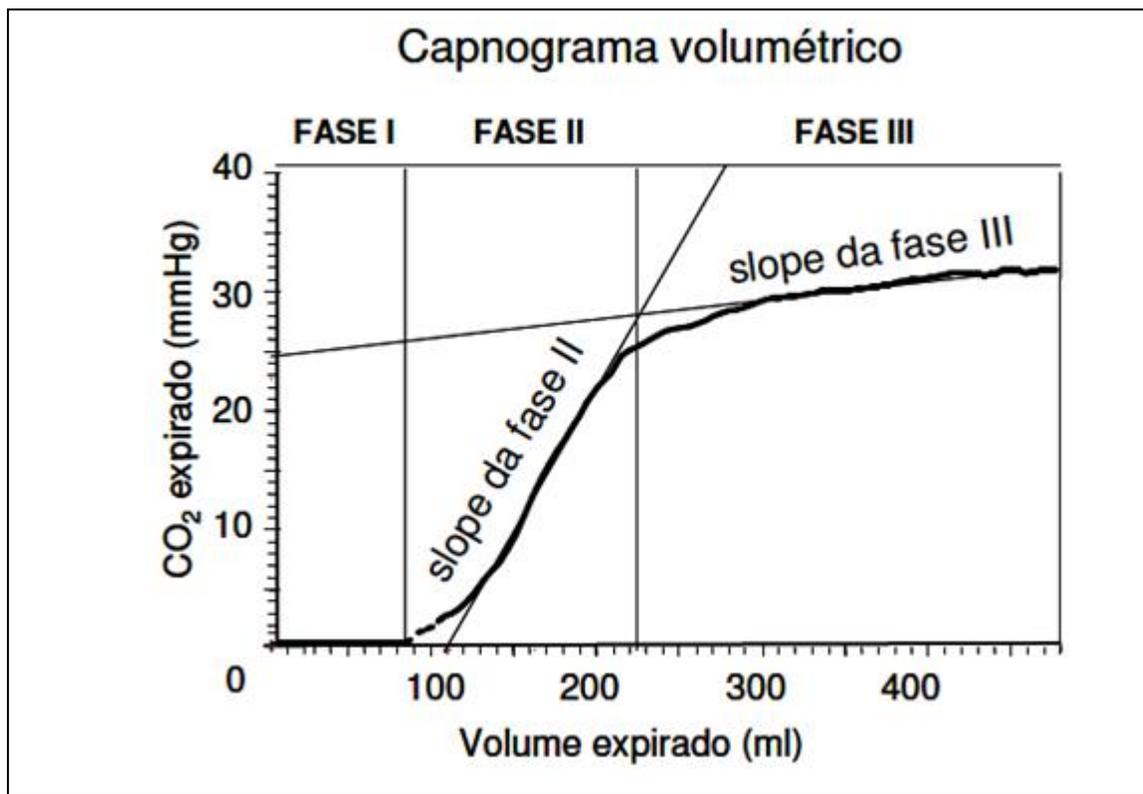
Fase 01: é detectada por uma mudança no fluxo respiratório, ou seja, o início da expiração, onde a concentração de CO<sub>2</sub> é próxima ou igual a zero. Esta fase representa a eliminação de ar das grandes vias aéreas.

Fase 02: é caracterizada pelo aumento na concentração do CO<sub>2</sub>, representando a transição entre o gás das grandes vias aéreas e dos alvéolos. Nesta fase calcula-se o Slope da segunda fase da CV (Slp2), obtido pela inclinação da curva, por meio de uma regressão linear.

Fase 03: representa a exalação dos gases contidos nas vias aéreas periféricas, ou seja, o fim da expiração. Esta fase também é conhecida como platô alveolar. Apesar de fisiologicamente constituir um platô, observa-se um aumento linear do CO<sub>2</sub> exalado nesta fase. A inclinação da curva neste momento da exalação configura o Slope da terceira fase da CV (Slp3), também obtido por regressão linear. Estudos apontam que o aumento do Slp3 indica a não homogeneidade da ventilação. Esta fase termina com uma nova mudança de fluxo, que representa uma inspiração.

A figura 2 representa o capnograma volumétrico com a divisão das três fases descritas anteriormente bem como com as retas de inclinação que determinam os Slopes 2 e 3.

Figura 2- Capnograma Volumétrico



#### 1.4 Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6)

A avaliação da capacidade funcional é parte fundamental de uma rotina clínica criteriosa. Entretanto, por muito tempo essa avaliação foi realizada de forma generalista, por meio de relatos sobre a capacidade de execução de atividades rotineiras, o que permite hiperestimar ou subestimar o desempenho. Por essa razão, métodos objetivos para quantificar a capacidade funcional passaram a ser necessários. <sup>(27)</sup>

O primeiro teste de caminhada foi desenvolvido em 1963 por Balke. O teste mensurava a capacidade funcional por meio da avaliação da distância percorrida em um período de tempo estabelecido, que foi de 12 minutos. O teste foi aplicado na análise da aptidão física em indivíduos saudáveis e na avaliação das incapacidades em portadores de bronquite crônica. <sup>(28, 29, 30)</sup>

Entretanto, em 1982, Butland et al desenvolveram testes alternativos de dois e seis minutos, já que os autores acharam muito longo o período de 12 minutos para avaliar indivíduos com doenças respiratórias. Em 2001, todos os testes de caminhada foram revisados e concluiu-se que o teste de seis minutos é o que melhor reflete as atividades de vida diária (AVD), além de ser facilmente administrado, ter baixo custo e boa aceitação pelos executantes. <sup>(31, 32)</sup>

O TC6 corresponde a uma avaliação submáxima de tolerância ao exercício, que avalia a resposta global e integrada dos sistemas envolvidos, dentre os quais fazem parte o sistema cardiorrespiratório, a circulação sistêmica e periférica, as unidades neuromusculares, além do próprio metabolismo celular. <sup>(30)</sup>

Para realizar o TC6, o indivíduo avaliado deve caminhar durante seis minutos em um corredor de 30 metros, plano e com demarcações no início e fim do percurso. É feita a monitoração da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>), pressão arterial (PA) e percepção de esforço por meio da Escala de Borg (Borg). Estas medidas são realizadas antes e imediatamente após a realização do teste. A intensidade da caminhada é determinada pelo próprio executante e devem ser realizados dois testes a fim de considerar o efeito do aprendizado. <sup>(27)</sup>

A principal variável de análise no TC6 é a distância percorrida (DP). Entre a população adulta, a interpretação dos resultados está bem definida já que foi desenvolvida uma equação preditiva de normalidade, que considerou as diferenças populacionais. Já entre crianças e jovens, a variação é bastante significativa e mais estudos são necessários para se estabelecer uma referência de normalidade. <sup>(33, 34, 35, 36, 37)</sup>

Todavia, novas variáveis vêm sendo analisadas e mais informações estão sendo obtidas por meio do TC6. O trabalho (T), que está incluso entre elas, corresponde ao produto da DP pelo peso (P). Essa fórmula foi desenvolvida a partir dos princípios de mecânica, da física clássica em que  $T = \text{força} \times \text{deslocamento}$ , no caso do TC6 a força equivale ao peso sustentando durante a caminhada. Estudos

apontam a correlação entre esta variável e o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), bem como sua aplicabilidade na avaliação da capacidade funcional e do gasto energético. <sup>(38, 39, 40, 41)</sup>

O custo fisiológico (CF) é uma variável descrita por MacGregor, em 1979, que pode representar mais uma alternativa na análise do TC6. O cálculo do CF é feito a partir da diferença entre a FC final e inicial dividido pela velocidade média (VMed) e esta é uma variável cujo cálculo não é feito exclusivamente para o TC6. Estudos fazem uso desta medida tanto em indivíduos saudáveis como em doentes. Sua aplicabilidade ainda é discutida e mais estudos são necessários para comprovar a fidedignidade da mesma. <sup>(42, 43, 44, 45, 46, 47)</sup>



**JUSTIFICATIVA**



## II- Justificativa

---

A obesidade é considerada na atualidade uma epidemia que abrange todas as faixas etárias e cuja repercussão engloba todas as classes sociais tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Os prejuízos advindos desta disfunção atingem diversos sistemas orgânicos além do comprometimento psicossocial.

Sabe-se que a obesidade tende a desencadear um ciclo vicioso em que o aumento de peso é inversamente proporcional a realização de atividades físicas, favorecendo o aumento de peso e o sedentarismo e piorando a qualidade de vida.

Os estudos sobre o impacto da obesidade na função pulmonar são muito divergentes em crianças e adolescentes e a utilização de novas ferramentas nesta avaliação se torna necessária devido a limitações do método tradicional, que é a espirometria.

A CV surgiu como um método alternativo, que pode fornecer informações relevantes sobre o funcionamento do sistema respiratório, complementando os dados da espirometria. Além disso, não foi encontrado nenhum estudo que utilizasse a CV na avaliação de obesos em respiração espontânea.

A avaliação das limitações na execução de atividades físicas também é fundamental na análise de indivíduos obesos para melhor direcionar o tratamento. O TC6 é um método barato, fácil de ser aplicado e que fornece informações importantes sobre as condições clínicas de quem o executa.

As informações sobre a função pulmonar e o condicionamento físico de obesos e a relação entre estas variáveis podem melhor direcionar o tratamento multidisciplinar destes pacientes, principalmente, na infância e na adolescência, onde são intensas as mudanças na estrutura corporal. Além disso, os métodos utilizados podem ser facilmente incorporados na rotina clínica de diversos serviços.



## OBJETIVOS



## **III- Objetivos**

---

### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar a função pulmonar e o condicionamento físico de crianças e adolescentes obesos e compará-los com um grupo controle de indivíduos saudáveis (GC).

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Comparar o desempenho do grupo obeso (GO) com o do GC na espirometria.
- Analisar as diferenças entre os grupos na realização da CV.
- Verificar a resposta dos obesos ao uso do broncodilatador (BD) na espirometria e na CV.
- Comparar os resultados da espirometria com os da CV.
- Comparar o desempenho dos grupos no TC6, analisando as variáveis cardiorrespiratórias, a DP, o T e o CF em ambos os grupos.
- Analisar a relação entre a função pulmonar e o condicionamento físico.



**MÉTODO**



## **IV- Método**

---

### **4.1 Aspectos éticos**

O desenvolvimento do trabalho iniciou-se após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM/UNICAMP), parecer 1165/2009 (Anexo 1).

Os responsáveis por todas as crianças e adolescentes participantes do estudo concederam a autorização por escrito para inclusão dos mesmos. Os responsáveis concordaram e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 2) e após a assinatura receberam uma cópia do documento.

O sigilo sobre a identidade dos participantes do estudo foi garantido aos responsáveis.

### **4.2 Desenho do estudo**

Estudo de corte transversal, analítico e descritivo, com um grupo controle.

### **4.3 Local do estudo**

O estudo foi realizado no Ambulatório de Obesidade na criança e no adolescente do Hospital das Clínicas (HC) da UNICAMP e no Laboratório de Fisiologia Pulmonar (LAFIP) do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da FCM/UNICAMP.

## **4.4 Seleção dos sujeitos**

### *4.4.1 Obesos*

#### 4.4.1.1 Critério de Inclusão

Foram selecionados indivíduos de ambos o sexos, com idade entre 05 e 17 anos, que fizessem parte do Ambulatório de Obesidade na criança e no adolescente e cujo Índice de Massa Corpórea (IMC) estivesse igual ou acima do percentil 95 ( $IMC \geq p95$ ) de acordo com os critérios do CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) para crianças de 02 a 19 anos.

#### 4.4.1.2 Critérios de Exclusão

Pacientes que apresentassem qualquer limitação física ou neurológica foram excluídos do estudo, bem como indivíduos com qualquer doença respiratória de base que pudesse limitar o desempenho dos mesmos nas avaliações como, por exemplo, asma, e tabagismo.

### *4.4.2 Grupo controle*

O grupo controle foi constituído por sujeitos saudáveis, eutróficos, com a mesma faixa etária dos obesos que foram selecionados a partir de um banco de dados do LAFIP. Os controles que realizaram a espirometria e a CV (GC1 – n=39) são diferentes dos que realizaram o TC6 (GC2 – n=56), por essa razão constituem grupos controle distintos.

## **4.5 Coleta e processamento de dados**

Os pacientes realizaram uma anamnese inicial (Anexo 3) durante uma consulta de rotina clínica no ambulatório, que é realizada a cada três meses. Nesta primeira

avaliação foram coletados dados pessoais dos pacientes, sua rotina escolar e de atividades físicas, o estágio do desenvolvimento puberal segundo os critérios de Tanner (Anexo 4) e os responsáveis assinaram o TCLE.

Posteriormente, foi agendado um retorno no LAFIP, onde foi realizada a espirometria e a CV. O TC6 não foi realizado no mesmo dia para não haver influência do BD no desempenho físico. Por esta razão, o TC6 foi realizado na consulta de rotina subsequente no ambulatório.

Devido ao não comparecimento de alguns participantes nesta consulta, o número de indivíduos obesos que realizou a espirometria e a CV (n=38) foi maior do que os que realizaram o TC6 (n=29).

#### *4.5.1 Espirometria*

A prova espirométrica foi realizada com um espirômetro modelo CPFS/D (MedGraphics, Saint Paul, Minnesota, EUA, software BREEZE PF Versão 3.8 B for Windows 95/98/NT) e os resultados seguiram as recomendações da European Respiratory Society (ERS) e American Thoracic Society (ATS).

Os indivíduos que realizaram a prova de função pulmonar (PFP) ficaram em repouso durante 10 minutos antes de iniciar o exame. Adequou-se o posicionamento do bocal sobre a língua e com lábios vedados para evitar escape de ar. Durante o exame os sujeitos permaneceram em pé, com um clipe nasal e realizaram as manobras lentas e forçadas (Figura 3). Após a primeira medida, os pacientes do grupo obeso realizaram a inalação com salbutamol, aguardaram 20 minutos e repetiram a prova. O critério de aceitação da prova foi ao menos três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis.

Foram avaliados os valores de Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo (VEF1), Índice de Tiffeneau (VEF1/CVF), os Fluxos Expiratórios Forçados a 25%, 50%, 75% e entre 25 e 75%

da CVF (FEF25%, FEF50%, FEF75% e FEF25-75%) além do Fluxo Expiratório Forçado Máximo (FEFmax) e do Volume de Reserva Expiratório (VRE).

Figura 3- Posicionamento adequado para a realização da espirometria.



#### 4.5.2 Capnografia Volumétrica

Para a análise da CV foi utilizado o monitor de perfil respiratório CO<sub>2</sub>SMO®Plus!, modelo DX-8100 (Novamatrix Inc., Wallingford, CT, EUA) (Figura 3). São acoplados a este monitor não invasivo o sensor de CO<sub>2</sub>, o sensor de fluxo (modelo

pediátrico/adulto- nº de catálogo 6719) e o oxímetro de pulso. Foi utilizado um bocal adaptado na porção distal dos sensores de CO<sub>2</sub> e de fluxo.

Figura 4- Monitor CO2MO Plus®, DX-8100.



O CO<sub>2</sub>SMO®Plus! Foi conectado a um computador com o software Analysis Plus!® para *Windows* que permite o registro das medidas e das curvas a cada respiração. Antes das coletas foi realizada a calibração do aparelho.

Os participantes do estudo realizaram a CV sentados, de costas para o monitor, para não haver influência visual, com um clipe nasal e foram orientados a respirar tranquilamente pelo bocal por 5 minutos (Figura 4). Na análise dos ciclos respiratórios excluiu-se o primeiro minuto por ser este um período de adaptação e ciclos com curvas irregulares, como em caso de tosse ou escape de ar, por exemplo. Os ciclos foram corrigidos de modo a não haver uma variação maior ou menor do que 25% do Volume Exalado (Ve) e 5% do CO<sub>2</sub> exalado (ETCO<sub>2</sub>).

Para a análise estatística foram utilizadas as médias seguintes variáveis: Volume Minuto Total (VM), Volume Minuto alveolar (VM<sub>alv</sub>), Volume Corrente Total (VC), Volume Corrente Alveolar (VC<sub>alv</sub>), Volume Espaço Morto (VD), Relação entre o VD e o VC (VD/VC), Volume produzido de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>), ETCO<sub>2</sub>, tempo inspiratório

(TI), tempo expiratório (TE), os *slopes* 2 (Slp2) e 3 (Slp3), que são as representações numéricas da curva de exalação do CO<sub>2</sub>, e suas normalizações pelo Ve para não haver influência da diferença de tamanho dos indivíduos (Slp2/Ve, Slp3/Ve), Frequência Respiratória (FR) e Saturação periférica de Oxigênio (SpO<sub>2</sub>). As avaliações da CV também foram repetidas após o uso do BD.

Figura 5- Posicionamento adequado para a realização da CV.



#### 4.5.3 Teste de Caminhada de Seis Minutos

Ambos os grupos realizaram o TC6 conforme a padronização da ATS. Primeiramente, os indivíduos ficaram em repouso durante cinco minutos para a coleta das variáveis em repouso. Posteriormente, foi orientado aos participantes caminhar o mais rápido possível, sem correr, em uma pista de 30 metros, com demarcações no início e fim, durante seis minutos. Foi permitido ao executante parar, descansar e andar mais devagar, se necessário. O tempo continuou sendo registrado, independentemente da interrupção. Estímulos verbais eram dados a cada minuto, porém de forma neutra para minimizar a influência no ritmo da

caminhada. O pesquisador permaneceu parado na demarcação inicial com um cronômetro.

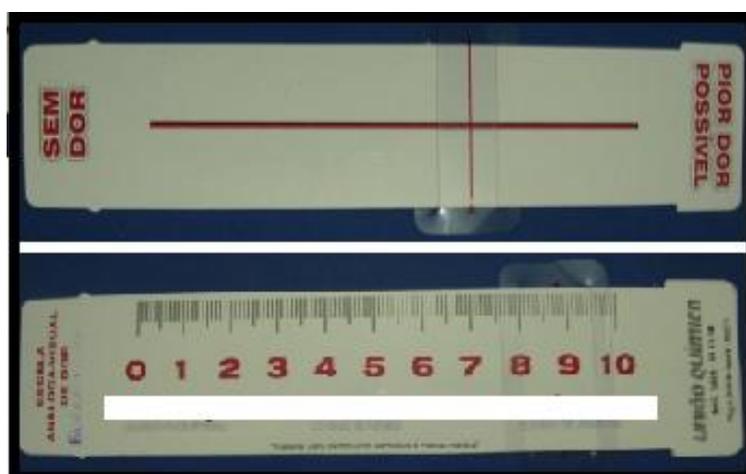
O paciente era instruído a parar ao fim dos seis minutos e todas as variáveis eram analisadas imediatamente. A distância entre o ponto de parada e as demarcações era medida e somada ao nº de voltas. Após três minutos de recuperação as variáveis eram novamente medidas

As variáveis avaliadas foram: DP, T, CF, FR, frequência cardíaca (FC), SpO2 e percepção de dispneia por meio da escala de Borg (BorgD) (Figura 6). Entre os obesos também foram avaliados a pressão arterial sistólica (PAS), a percepção arterial diastólica (PAD), a percepção de esforço em membros inferiores pela escala de Borg (BorgMMII) e também na análise da percepção de dispneia e de esforço em membros inferiores foi utilizada a Escala Visual Analógica (EVA) (figura 7). Utilizaram-se dois métodos para avaliar a percepção de dispneia e esforço em membros inferiores para verificar a aplicabilidade de ambos os instrumentos.

Figura 6- Escala de percepção de esforço de Borg.

0	nenhum	😊
0,5	mínimo	😊
1	muito fraco	😊
2	fraco	😊
3	moderado	😊
4		😐
5	forte	😐
6		😐
7	muito forte	😐
8		😐
9		😐
10	extremamente forte	😐

Figura 7- Escala Visual Analógica.



As medidas foram realizadas antes do teste, imediatamente após o fim da caminhada e após três minutos de descanso. Os participantes realizaram o teste novamente entre 30 a 90 minutos após o término do primeiro, a fim de considerar o efeito do aprendizado. O teste foi realizado de forma individual, sem a presença dos responsáveis ou outras pessoas, a fim de evitar interferências no resultado.

#### **4.6 Análise Estatística**

Os dados foram tabulados com o software SPSS 17.0 para *Windows* e foi utilizado o teste de Mann-Whitney para comparar variáveis numéricas entre dois grupos e o teste de Kruskal-Wallis para comparação de três ou mais grupos. Para comparar as variáveis categóricas utilizou-se o teste qui-quadrado. Para analisar a correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. A comparação entre os momentos pré e pós BD foi medida pelo teste de Wilcoxon e o teste de Friedman foi utilizado para comparar o repouso, o sexto e o nono minuto. O coeficiente de correlação interclasses foi utilizado para analisar a concordância entre os dois TC6 realizados por cada indivíduo. O nível de significância para os testes estatísticos foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS



## V- Resultados

### 5.1 Análise Descritiva

A descrição dos grupos estudados está disposta na tabela 1. As únicas variáveis que apresentaram diferença entre os grupos foram o peso e o IMC, que foram significativamente maiores no GO do que no GC1 e no GC2.

Tabela 1- Distribuição e dados antropométricos dos grupos avaliados.

	GO	GC1	GC2	P
N	38	39	56	
Sexo (masc/fem)	20 (52,6%)/18 (47,4%)	17 (43,6%)/ 22 (56,4%)	25 (44,6%)/ 31 (55,4%)	0,68*
Idade (média±DP)	11,39±3,15	11,06±2,08	11,03±2,74	0,85**
Altura (média±DP)	151,96±15,97	147,61±14,37	148,55±15,80	0,51**
Peso (média±DP)	75,85±28,75	44,51±13,96	41,98±15,04	<0,01**
IMC (média±DP)	31,88±8,01	19,91±3,76	18,40±3,58	<0,01**

masc/fem=masculino/feminino; DP=desvio padrão; \* Utilizado o teste de Qui-quadrado; \*\* Utilizado o teste de Kruskal Wallis.

Na avaliação inicial, os obesos responderam um questionário para avaliar o grau de escolaridade e a rotina de prática e interesse por atividades físicas. Em relação ao grau de escolaridade, 30 obesos (78,9%) tinham o Ensino Fundamental Incompleto, 06 (15,8%) o Ensino Médio Incompleto, 01 (2,6%) cursava a Pré Escola e 01 (2,6%) era analfabeto e não frequentava a escola.

Dos 37 obesos que frequentavam a escola, 30 (81,1%) realizavam Educação Física e 07 (18,9%) não, sendo a disciplina era oferecida uma vez por semana para metade dos indivíduos e duas vezes por semana para a outra metade.

Em relação ao meio de locomoção até a escola, 16 (43,2%) vão e voltam da escola caminhando, 08 (21,6%) utilizam o transporte público, 06 (16,2%) o transporte escolar, 04 (10,8%) vão de veículo particular e 03 participantes alternam entre dois meios de transportes, sendo que 02 percorrem parte do trajeto

caminhando. O tempo de percurso entre a residência e a escola foi de até 10 minutos para 14 (77,8%) indivíduos, entre 11 e 20 minutos e entre 21 e 30 minutos para 01 (5,6%) participante cada um e 02 participantes afirmaram percorrer mais de 30 minutos caminhando de casa até a escola.

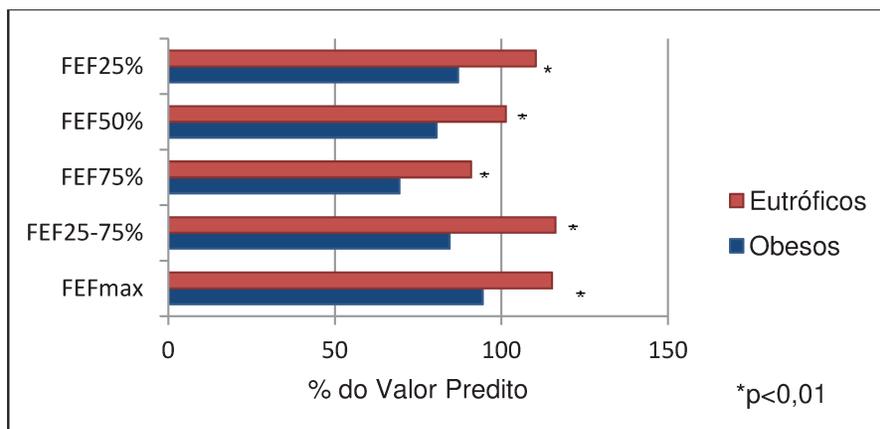
Os participantes também foram questionados em relação à prática de atividades físicas fora da grade escolar, 26 (68,4%) afirmaram que realizavam atividade física e 12 (31,6%) não realizam nenhum tipo de atividade. Apesar deste resultado, vale ressaltar que muitas das atividades relatadas são atividades lúdicas e recreativas cuja intensidade e duração pode variar bastante como, por exemplo, brincar de pega-pega ou andar de skate.

Quando questionados se gostam de praticar exercícios físicos, o resultado foi positivo em 30 (78,9%) participantes e negativo em 08 (21,1%). Os fatores citados que impedem a realização de atividades físicas foram: cansaço, dor nas pernas, falta de tempo, falta de interesse e ausência de locais para a realização.

## **5.2 Espirometria**

Na avaliação da espirometria observou-se que a CVF foi significativamente maior entre os obesos ( $p=0,03$ ), sem diferença entre os grupos no VEF1 e com valores significativamente menores no VEF1/CVF ( $p<0,01$ ). Todos os fluxos expiratórios forçados foram significativamente menores entre os obesos (Figura 05), salientando a prevalência de distúrbio obstrutivo pelos fluxos ( $FEF_{25-75}\% < 70\%$  do valor predito) nos obesos que foi de 36,8%. Não houve diferença no VRE entre obesos e eutróficos.

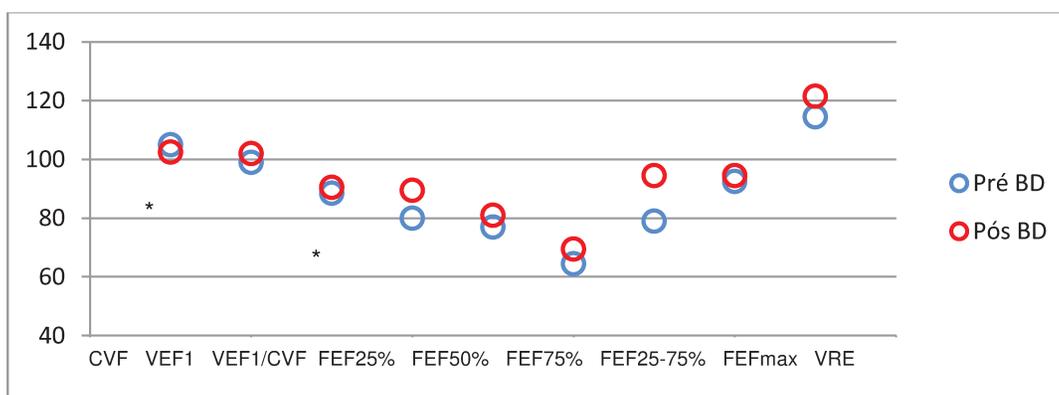
Figura 8- Fluxos Expiratórios Forçados em função da porcentagem do valor predito para cada indivíduo.



FEF= Fluxo expiratório forçado. Utilizado o teste de Mann Whitney.

A avaliação da resposta dos obesos ao uso do BD está descrita na figura 9. Observou-se apenas uma redução significativa da CVF ( $p=0,05$ ), com conseqüente aumento do VEF1/CVF ( $p=0,01$ ), apontando que não há melhora na função pulmonar dos obesos após o uso da medicação. Nenhum indivíduo apresentou resposta superior a 10% em relação à porcentagem do valor predito do VEF1.

Figura 9- Análise das porcentagens dos valores preditos das variáveis espirométricas do GO antes e após o uso do BD.



BD= broncodilatador; CVF= Capacidade vital forçada, VEF1= Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF= Índice de Tiifeneau; FEF= Fluxo expiratório forçado; VRE= Volume de reserva expiratória.

Utilizado o teste de Wilcoxon.

### 5.3 Capnografia Volumétrica

Os dados do desempenho dos grupos na CV estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2- Desempenho dos grupos na CV.

	Grupo Obeso		Grupo Eutrófico		p
	Média±DP	Mediana (min-max)	Média±DP	Mediana (min-max)	
VM (L)	9,08±2,45	8,66 (4,36-17,33)	8,41±2,53	8,01 (4,57-14,52)	0,14
VMalv (L)	7,33±2,31	6,87 (3,62-15,78)	6,40±2,22	6,13 (3,41-12,46)	<b>0,04</b>
VC (mL)	531,79±269,26	461,34 (235,69-1472,23)	433,42±181,74	386,59 (203,52-999,38)	<b>0,05</b>
VCalv (mL)	458,07±273,06	379,22 (176,31-1341,77)	347,32±166,33	305,03 (133,20-919,52)	<b>0,02</b>
VD (mL)	93,54±25,82	91,32 (54,36-194,80)	85,95±15,16	84,79 (60,95-122,12)	0,24
VD/VC	0,20±0,05	0,20 (0,08-0,32)	0,23±0,06	0,23 (0,13-0,37)	<b>0,02</b>
VCO <sub>2</sub> (mL/m)	255,34±57,68	247,79 (147,82-422,51)	217,29±56,91	213,23 (127,47-344,16)	<b>&lt;0,01</b>
ETCO <sub>2</sub> (mmHg)	36,68±5,16	37,51 (20,79-44,66)	35,84±5,83	36,66 (24,49-48,79)	0,44
TI (s)	1,53±0,51	1,42(0,88-3,31)	1,41±0,41	1,33(0,88-2,98)	0,45
TE (s)	1,96±0,73	1,78(1,05-4,02)	1,71±0,52	1,65(0,92-3,16)	0,23
Slp2	490,10±161,70	476,44 (202,41-951,18)	504,77±145,94	477,47 (264,37-860,03)	0,71
Slp3	13,98±9,26	11,85 (0,95-50,13)	18,05±12,35	15,28 (4,63-59,36)	0,07
Slp2/Ve	1,27±0,85	1,14 (0,16-3,74)	1,55±0,90	1,32 (0,35-3,51)	0,11
Slp3/Ve	0,44±0,05	0,03 (0,00-0,27)+C17	0,08±0,08	0,08 (0,00-0,32)	<b>0,01</b>
FR (rpm)	18,36±4,70	18,28 (8,81-29,66)	21,02±5,98	20,13 (9,98-34,07)	0,20
FC (bpm)	86,82±12,88	87,64 (60,17-129,34)	89,94±14,74	88,50 (66,13-127,74)	0,47
SpO <sub>2</sub> (%)	97,77±1,21	98,00 (93,02-99,85)	97,67±0,66	97,89 (95,76-98,87)	0,13

VM= Volume minuto; L= Litros; VMalv= Volume minuto alveolar; VC= Volume corrente; mL= mililitros; VCalv= Volume corrente alveolar; VD= Volume espaço morto; VD/VC= Relação entre o volume espaço morto e o volume corrente; VCO<sub>2</sub>= Volume de dióxido de carbono; m= minuto; EtCO<sub>2</sub>= Dióxido de carbono exalado no fim da expiração; mmHg= Milímetros de mercúrio TI= Tempo expiratório; s = segundos; TE= Tempo Expiratório; Slp2= Slope da fase 2; Slp3= Slope da fase 3; Ve= Volume exalado; FR= Frequência respiratória; rpm= Respirações por minuto; FC= Frequência cardíaca; bpm= batimentos por minuto; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio. Utilizado o teste de Mann-Whitney.

A tabela 3 aponta em quais variáveis da CV os obesos apresentaram resposta ao BD e quais foram essas respostas.

Tabela 3- Variáveis da CV com resposta significativa ao uso de BD.

Variável	Resposta ao BD	p
VM	Redução	0,01
VMalv	Redução	0,01
VD	Aumento	<0,01
VD/VT	Aumento	<0,01
VCO <sub>2</sub>	Redução	0,02
ETCO <sub>2</sub>	Aumento	0,01
TE	Aumento	0,02
FC	Redução	<0,01

BD= Broncodilatador; VM= Volume minuto; VMalv= Volume minuto alveolar; VD= Volume espaço morto; VD/VC= Relação entre o volume espaço morto e o volume corrente; VCO<sub>2</sub>= Volume de dióxido de carbono; EtCO<sub>2</sub>= Dióxido de carbono exalado no fim da expiração; TE= Tempo Expiratório; FC= Frequência cardíaca. Utilizado o teste de Wilcoxon.

#### 5.4 Análise da espirometria e da CV dos grupos por idade

Após a análise dos grupos como um todo, foi realizada uma subdivisão dos mesmos de acordo com a faixa etária, formando em cada grupo um subconjunto de indivíduos de 05-11 anos e outro acima de 11 até 17 anos. A tabela 4 representa a descrição dos grupos e o desempenho dos mesmos na espirometria após redistribuição por idade.

Tabela 4- Dados antropométricos após a subdivisão dos grupos por faixa etária.

	5-11 anos		p	>11-17 anos		p
	Obesos	Eutróficos		Obesos	Eutróficos	
Sexo (masc/fem)	7/10	8/12	0,94	13/8	9/10	0,36*
Altura (cm)	138,29±8,72	138,92±11,98	0,71	163,02±11,13	156,76±10,59	0,11**
Peso (Kg)	55,86±15,66	37,35±10,91	<b>&lt;0,01</b>	92,03±26,81	52,05±12,99	<b>&lt;0,01**</b>
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28,79±5,64	18,94±3,50	<b>&lt;0,01</b>	34,37±8,87	20,92±3,86	<b>&lt;0,01**</b>
CVF	100,53±14,51	97,45±9,90	0,22	108,57±11,15	102,00±9,12	<b>0,04**</b>
VEF1	98,12±16,89	103,75±11,45	0,21	102,14±13,44	105,53±10,61	0,28**
VEF1/CVF	91,00±7,71	99,15±5,14	<b>&lt;0,01</b>	87,38±6,43	95,79±4,79	<b>&lt;0,01**</b>
VRE	98,47±32,43	109,12±52,72	0,61	178,19±89,73	143,59±74,44	0,26**
FEF25%	92,53±26,24	117,20±21,25	<b>&lt;0,01</b>	82,62±15,87	103,05±13,84	<b>&lt;0,01**</b>
FEF50%	87,06±31,21	108,10±19,29	<b>0,02</b>	75,24±18,69	94,26±15,26	<b>&lt;0,01**</b>
FEF75%	70,53±31,57	94,55±25,03	<b>0,01</b>	68,52±26,59	87,21±31,36	0,07**
FEF25-75%	82,41±29,79	118,20±23,82	<b>&lt;0,01</b>	86,05±21,55	114,26±22,24	<b>&lt;0,01**</b>
FEFmax	98,18±24,37	123,15±20,24	<b>&lt;0,01</b>	91,29±15,44	106,89±10,99	<b>&lt;0,01**</b>

masc= Masculino; fem= Feminino; cm= centímetros; Kg= quilogramas; CVF= Capacidade vital forçada, VEF1= Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF= Índice de Tiifeneau; VRE= Volume de reseva expiratória; FEF= Fluxo expiratório forçado. \*Utilizado o teste de Qui-Quadrado; \*\*Utilizado o teste de Man-Whitney.

Em relação à CV, ao comparar obesos e eutróficos com idade entre 05-11 anos não houve nenhuma diferença estatística entre os grupos na análise da CV. Já entre os grupos mais velhos foi encontrado um aumento significativo do VMalv, VCO<sub>2</sub> e VCalv no grupo obeso.

Além disso, na espirometria foi observada entre os obesos mais novos que a prevalência de distúrbio obstrutivo pelos fluxos foi equivalente a 41,2% da amostra estudada enquanto nos mais velhos foi de 33,3%.

## 5.5 Análise da espirometria e da CV dos grupos por sexo

A tabela 5 expressa a distribuição dos grupos de acordo com a subdivisão por sexo, bem como, o desempenho dos indivíduos na espirometria e na CV após esta redistribuição.

Tabela 5- Descrição dos grupos e desempenho na espirometria e na CV após a redistribuição por sexo.

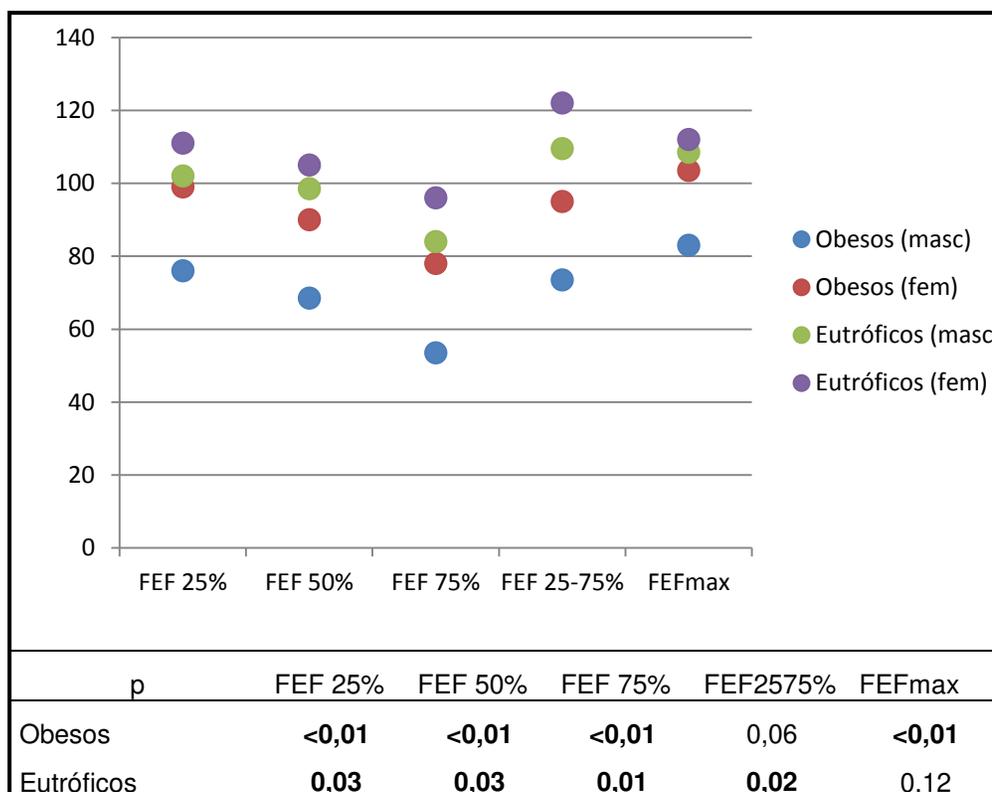
n	Masculino		p	Feminino		p
	Obesos	Eutróficos		Obesos	Eutróficos	
	20	17		18	22	
Altura (cm)	157,07±14,13	144,77±14,39	<b>0,05</b>	146,29±16,36	149,06±13,52	0,55
Idade	12,06±2,92	10,66±2,29	0,18	10,64±3,30	11,17±1,81	0,33
Peso	83,72±28,71	42,82±16,56	<b>&lt;0,01</b>	67,11±26,92	45,31±11,20	<b>0,01</b>
IMC	33,48±9,29	19,62±4,40	<b>&lt;0,01</b>	30,10±6,07	20,15±3,39	<b>&lt;0,01</b>
CVF	103,95±15,69	99,67±10,50	0,34	106,11±10,13	100,05±9,93	<b>0,04</b>
VEF1	96,50± 16,96	101,60±10,68	0,15	104,61±11,48	107,20±11,44	0,62
VEF1/CVF	86,15±5,52	95,87±5,10	<b>&lt;0,01</b>	92,17±7,59	98,65±5,51	<b>&lt;0,01</b>
FEF25%	74,40±12,11	102,13±20,30	<b>&lt;0,01</b>	101,11±20,90	114,90±16,99	<b>0,02</b>
FEF50%	68,85±17,71	91,20±15,14	<b>&lt;0,01</b>	93,50±26,76	105,45±17,52	<b>0,05</b>
FEF75%	57,45±19,98	77,80±18,88	<b>&lt;0,01</b>	82,72±31,14	102,30±31,81	0,10
FEF25-75%	76,75±22,52	103,00±16,48	<b>&lt;0,01</b>	92,94±26,00	124,40±24,10	<b>&lt;0,01</b>
FEFmax	83,30±12,07	109,60±19,03	<b>&lt;0,01</b>	106,67±19,96	118,95±17,88	<b>0,03</b>
VRE	136,40±78,07	94,94±52,43	0,28	149,33±84,08	149,45±67,49	0,78
VM (L)	9,93±2,59	8,63±2,64	0,19	8,13±1,94	7,77±2,19	0,68
VMalv (L)	8,12±2,58	6,76±2,39	0,08	6,46±1,64	6,03±2,07	0,32
VC (mL)	634,18±333,74	423,75±199,64	<b>0,05</b>	418,03±85,30	405,13±150,23	0,55
VCalv (mL)	562,22±340,65	358,35±194,60	<b>0,03</b>	342,35±75,12	314,55±126,70	0,26
VD (mL)	102,54±28,66	85,19±16,77	<b>0,01</b>	83,54±18,22	86,71±14,65	0,55
VD/VC	0,19±0,06	0,23±0,06	0,17	0,20±0,04	0,23±0,06	0,08
VCO2 (mL/m)	276,13±58,35	221,79±63,86	<b>0,01</b>	232,23±48,59	214,02±54,30	0,22
ETCO2 (mmHg)	36,32±5,64	35,16±5,45	0,22	37,09±4,68	38,00±4,97	0,99
TI (s)	1,63±0,64	1,44±0,55	0,48	1,41±0,27	1,35±0,28	0,78
TE (s)	2,13±0,89	1,63±0,64	0,09	1,78±0,44	1,76±0,47	0,93
Slp2	426,49±145,11	489,65±132,90	0,31	560,78±152,73	538,02±144,55	0,50
Slp3	13,40±9,47	15,79±7,97	0,48	14,61±9,26	20,92±14,66	0,13
Slp2/Ve	1,00±0,81	1,45±0,81	0,06	1,57±0,81	1,72±0,95	0,95
Slp3/Ve	0,04±0,05	0,06±0,05	0,14	0,05±0,06	0,10±0,10	<b>0,03</b>
FR (rpm)	18,36±6,31	22,61±7,28	0,11	19,88±4,23	20,33±5,16	0,95
FC (bpm)	85,27±15,78	89,48±15,20	0,68	88,54±8,76	91,51±14,69	0,49
SpO2 (%)	97,52±1,48	97,78±0,62	0,96	98,05±0,75	97,54±0,71	<b>0,03</b>

n= Número da amostra; cm= Centímetros; IMC= Índice de massa corpórea; CVF= Capacidade vital forçada, VEF1= Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF= Índice de Tiifeneau; FEF= Fluxo

expiratório forçado; VRE= Volume de reserva expiratória; VM= Volume minuto; L= Litros; VMalv= Volume minuto alveolar; VC= Volume corrente; mL= mililitros; VCalv= Volume corrente alveolar; VD= Volume espaço morto; VD/VC= Relação entre o volume espaço morto e o volume corrente; VCO<sub>2</sub>= Volume de dióxido de carbono; m= minuto; EtCO<sub>2</sub>= Dióxido de carbono exalado no fim da expiração; mmHg= Milímetros de mercúrio TI= Tempo expiratório; s = segundos; TE= Tempo Expiratório; Slp2= Slope da fase 2; Slp3= Slope da fase 3; Ve= Volume exalado; FR= Frequência respiratória; rpm= Respirações por minuto; FC= Frequência cardíaca; bpm= batimentos por minuto; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio Utilizado o teste de Mann-Whitney.

Também foi realizada a comparação entre os sexos no mesmo grupo e observou-se que na espirometria de ambos os grupos as meninas apresentaram fluxos superiores aos meninos, conforme mostra a figura 10.

Figura 10- Comparação dos fluxos expiratórios forçados em função da % do valor predito para cada indivíduo de acordo com o sexo, seguida dos valores de p.



masc= Masculino; fem= Feminino, FEF= Fluxo expiratório forçado. Utilizado o teste de Mann-Whitney.

Em relação a CV, apenas o grupo obeso apresentou diferença entre os sexos. Os meninos apresentaram valores significativamente maiores no VM (p=0,01), VMalv (p=0,03), VC (p=0,01), VCalv (p=0,01), VD (p=0,03) e VCO<sub>2</sub> (p=0,02); enquanto as

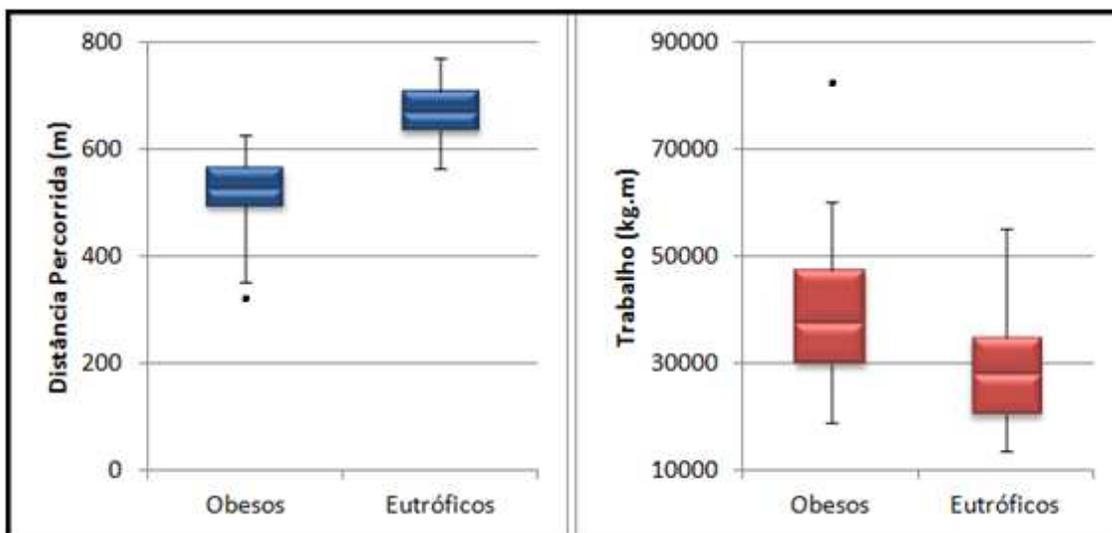
meninas apresentam valores significativamente superiores no Slp2 ( $p=0,01$ ), e Slp2/Ve ( $p<0,01$ ).

### **5.6- Teste de Caminhada de Seis Minutos**

Em relação ao TC6, aplicou-se o teste duas vezes, com diferença entre os testes de 30-90 minutos, a fim de verificar o efeito da aprendizagem no desempenho. Entre o GO não houve diferença estatística na DP no primeiro e no segundo teste ( $p=0,45$ ), entretanto, na avaliação do GC2 observou-se uma média de DP significantes maior no segundo teste. A repetibilidade do TC6 por meio do coeficiente de correlação interclasses (ICC) apontou concordância de 0,852 entre os obesos (IC95% 0,687-0,970) e de 0,692 entre os eutróficos (IC95% 0,473-0,820). Em ambos os grupos foram selecionados os dados com o melhor desempenho dos indivíduos.

Como apresentado na figura 11, os obesos percorreram uma distância significativamente menor do que os eutróficos ( $p<0,01$ ), apesar de realizarem um T significativamente maior para isso ( $p<0,01$ ). Não houve diferença entre os grupos na avaliação do CF ( $p=0,85$ ).

Figura 11- Análise da DP e do T dos grupos no TC6.



m= metros; Kg\*m= quilogramas vezes metros. Utilizado o teste de Mann Whitney.

As médias e desvios padrões das variáveis cardiorrespiratórias estão dispostos na tabela 6 avaliando, respectivamente, o repouso, o momento imediatamente após o fim do teste e a recuperação após três minutos de descanso.

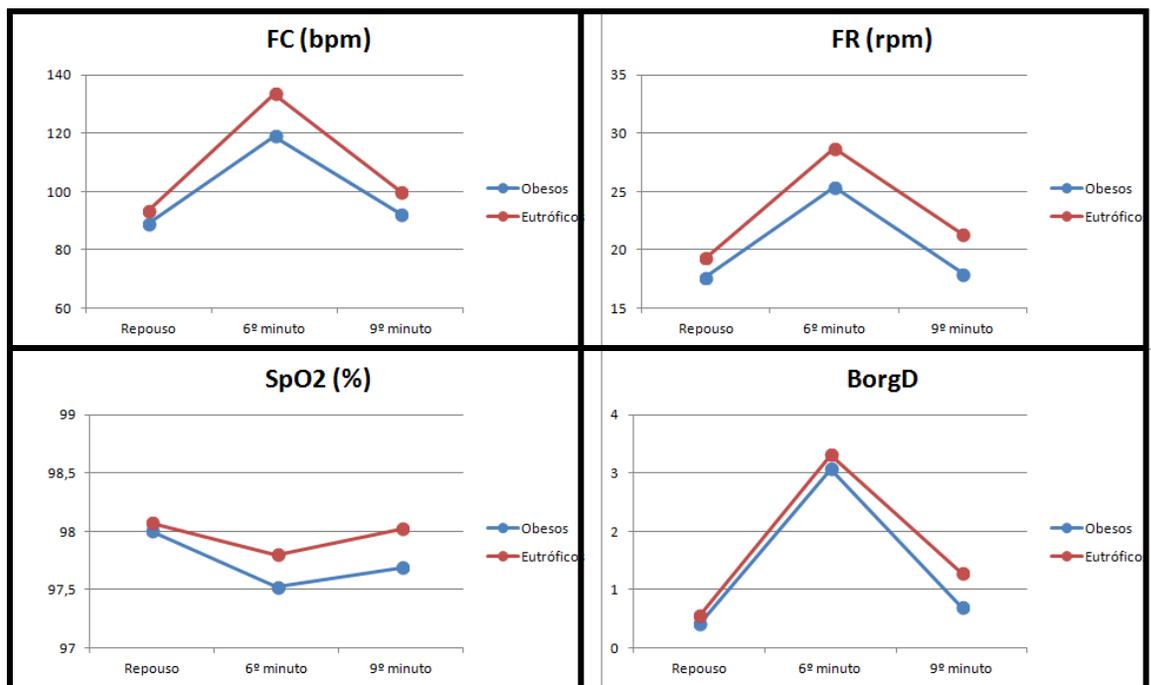
Tabela 6- Variáveis cardiorrespiratórias durante o repouso.

Repouso	FC(bpm)	FR(rpm)	SpO <sub>2</sub> (%)	BorgD
GO	89,00±13,02	17,72±3,55	98,00±0,85	0,41±0,95
GC2	93,41±14,74	19,36±4,18	98,00±0,93	0,55±0,85
P	0,20	<b>0,05</b>	0,71	0,12
6º minuto	FC(bpm)	FR(rpm)	SpO <sub>2</sub> (%)	BorgD
GO	119,07±14,64	25,28±5,50	97,52±1,15	3,07±2,95
GC2	133,11±19,48	28,60±6,76	97,79±1,32	3,32±2,34
P	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,01</b>	0,25	0,27
9º minuto	FC(bpm)	FR(rpm)	SpO <sub>2</sub> (%)	BorgD
GO	92,14±10,96	18,00±3,07	97,69±0,89	0,71±1,40
GC2	99,79±13,61	21,37±4,69	98,01±0,73	1,29±1,80
P	<b>0,01</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>

FC= Frequência Cardíaca, bpm= Batimentos por minuto; FR= Frequência Respiratória; rpm= Respirações por minuto; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio; BorgD= Percepção de dispneia por meio da escala de Borg; GO= Grupo obeso, GC2= Grupo controle para o teste de caminhada. Utilizado o Teste de Mann-Whitney.

A figura 12 indica o comportamento cardiorrespiratório durante os três momentos de avaliação.

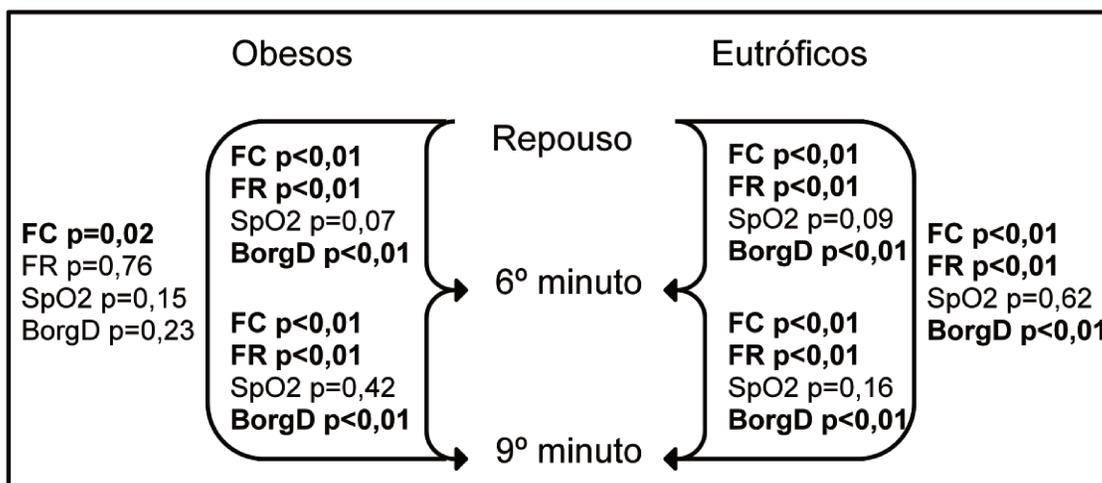
Figura 12- Variação do comportamento cardiorrespiratório no TC6.



FC= Frequência Cardíaca, bpm= Batimentos por minuto; FR= Frequência Respiratória; rpm= Respirações por minuto; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio; BorgD= Percepção de dispneia por meio da escala de Borg

Os níveis de significância das mudanças cardiorrespiratórias estão dispostos na figura 13 de acordo com cada etapa do teste

Figura 13- Nível de significância das mudanças cardiorrespiratórias no TC6.



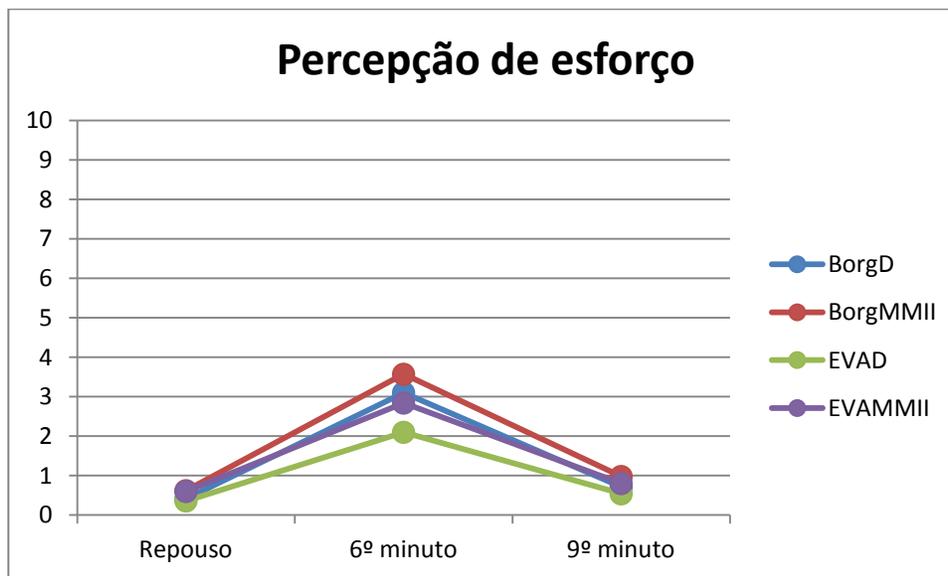
FC= Frequência Cardíaca; FR= Frequência Respiratória; rpm= Respirações por minuto; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio; BorgD= Percepção de dispneia por meio da escala de Borg. Utilizado os testes de Friedman e Wilcoxon

No TC6 realizado pelos obesos também foram mensurados a PAS, a PAD e a BorgMMI. Houve um aumento significativo na PAS de repouso em relação ao sexto minuto ( $p<0,01$ ), bem como um decréscimo significativo do sexto minuto para o nono minuto ( $p<0,01$ ) e não houve diferença estatística entre o repouso e o nono minuto. Em relação a PAD não houve mudanças significantes da mesma em nenhum momento na avaliação do TC6. Já em relação ao Borg MMII, houve um aumento significativo do repouso para o sexto minuto ( $p<0,01$ ), bem como uma redução significativa do sexto para o nono minuto ( $p<0,01$ ).

A utilização de escalas para percepção de esforço é um método subjetivo de avaliação, que pode ser influenciada pelo grau de compreensão do indivíduo. A escala de Borg é utilizada como método padrão na avaliação do TC6 e consiste em avaliar de 0 a 10 o nível de cansaço, sendo 0 nenhum cansaço e 10 o maior cansaço possível. Entretanto, como o estudo foi realizado em crianças com idade mínima de 05 anos, utilizou-se também a EVA na avaliação dos obesos, como método alternativo para a avaliação do esforço. Por se tratar de um método mais dinâmico, no qual o indivíduo tem que deslocar a régua para quantificar seu cansaço, poderia haver diferença nos resultados dos dois métodos.

Ambas as avaliações seguem a mesma tendência na avaliação do esforço. Todavia, conforme mostra a figura 14, quando utilizada a escala de Borg a nota da avaliação tende a ser um pouco mais alta do que na EVA tanto para dispneia quanto para membros inferiores.

Figura 14- Comportamento do esforço durante o TC6 avaliado por Borg e EVA.



BorgD= Percepção de dispneia por meio da escala de Borg; BorgMMII= Percepção de esforço em membros inferiores por meio da escala de Borg; EVAD= Percepção de dispneia por meio da Escala Visual Analógica; EVAMMII= Percepção de esforço em membros inferiores por meio da Escala Visual Analógica

Em relação à classificação de normalidade do TC6 em crianças e adolescentes, ainda não existe um consenso na literatura, como foi citado anteriormente. Por essa razão, classificamos o desempenho dos sujeitos do estudo de acordo com quatro equações de normalidade descritas na literatura (tabela 8), as quais refletem a discordância e inviabilidade de utilizá-las como normatização.

Tabela 7- Porcentagem dos sujeitos do estudo que apresentaram desempenho abaixo do esperado no TC6 de acordo com equações de normalidade descrita na literatura.

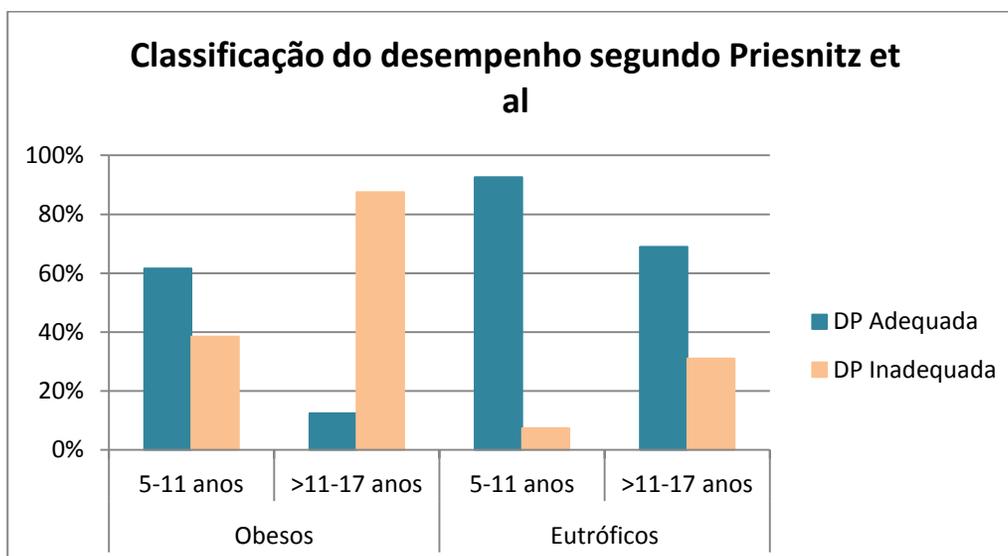
Li, et al		Geiger, et al		Oliveira		Prisenitz et al	
Obesos	Eutróficos	Obesos	Eutróficos	Obesos	Eutróficos	Obesos	Eutróficos
100%	83,9%	93,1%	35,7%	82,80%	42,9%	65,5%	19,6%
p=0,02		p<0,01		p<0,01		p<0,01	

## 5.7 Análise do TC6 dos grupos por idade

Os grupos foram subdivididos por faixa etária, sendo um grupo obeso 05-11 anos, um grupo obeso >11-17 anos, um grupo eutrófico de 5-11 anos e um grupo eutrófico >11-17 anos. Ao compará-los as diferenças estatísticas na DP e no T foram mantidas, entretanto o CF, que na comparação dos grupos não havia apresentado diferença estatística, mostrou comportamento diferente de acordo com a idade. Na avaliação dos grupos de 5-11 anos o CF foi significativamente maior entre os eutróficos ( $p=0,01$ ). Já na avaliação dos indivíduos maiores de 11-17 anos ocorreu uma inversão e o CF passou a ser significativamente maior entre os obesos ( $p=0,03$ ).

Conforme foi observado na tabela 7, o critério de normalidade que mais se adequou a nossa amostra foi o de Priesnitz et al, já que, por meio desta equação, foi observado menor prevalência de indivíduos saudáveis com desempenho inadequado. Por essa razão a figura 15 descreve a classificação do desempenho, segundo este critério, em ambos os grupos de acordo com a idade.

Figura 15- Desempenho dos grupos no TC6 em relação à idade, segundo o critério de Priesnitz et al.



DP= Distância percorrida.

### 5.8 Análise do TC6 dos grupos por sexo

Ao comparar as meninas obesas e eutróficas, foram encontrados valores significativamente maiores entre as eutróficas na DP ( $p < 0,01$ ), FR no repouso ( $p = 0,01$ ), no sexto minuto ( $p = 0,01$ ) e no nono minuto ( $p < 0,01$ ), e FC no sexto minuto ( $p = 0,01$ ). Já as meninas obesas apresentaram valores significativamente maiores no T ( $p = 0,04$ ).

Na avaliação dos meninos, os eutróficos apresentaram resultados significativamente maiores em relação aos obesos na DP ( $p < 0,01$ ) e na FC6 no sexto minuto ( $p = 0,03$ ). Os meninos obesos realizaram um T ( $p < 0,01$ ) significativamente superior aos eutróficos.

A análise das diferenças entre os sexos do mesmo grupo permitiu observar que entre os obesos houve aumento significativo da PAS no sexto minuto ( $p = 0,04$ ) e da PAS no nono minuto ( $p = 0,03$ ) dos meninos em relação às meninas. No grupo eutrófico, as meninas apresentaram a FR no repouso ( $p = 0,03$ ) e no nono minuto ( $p < 0,01$ ) significativamente maiores do que os meninos.

## 5.9 Relação entre os procedimentos

A tabela 8 demonstra as correlações significativas de grau moderado e forte das variáveis antropométricas com a espirometria, a CV e o TC6. É esperado, na avaliação da espirometria, um aumento dos valores absolutos dos fluxos e volumes ao longo do tempo. Por essa razão, foram analisadas as porcentagens dos valores preditos, a fim de verificar o comportamento dos indivíduos de acordo com o que é esperado para ele.

Tabela 8- Correlações significativas das variáveis antropométricas com a espirometria, a CV e o TC6.

	Idade		Altura		Peso		IMC		DPU
	Obesos	Eutróficos	Obesos	Eutróficos	Obesos	Eutróficos	Obesos	Eutróficos	Obesos
CVF	0,263	0,247	0,244	<b>0,322</b>	0,181	0,302	0,053	0,221	0,257
VEF1/CVF	-0,287	<b>-0,400</b>	-0,254	<b>-0,550</b>	-0,283	<b>-0,512</b>	-0,265	<b>-0,326</b>	<b>-0,384</b>
FEF25%	-0,308	<b>-0,437</b>	-0,314	<b>-0,381</b>	<b>-0,326</b>	<b>-0,332</b>	-0,294	-0,163	-0,265
FEF50%	-0,210	-0,296	-0,235	<b>-0,340</b>	<b>-0,318</b>	-0,285	<b>-0,356</b>	-0,117	<b>-0,329</b>
FEF75%	-0,118	-0,186	-0,117	<b>-0,312</b>	-0,177	<b>-0,411</b>	-0,206	<b>-0,322</b>	<b>-0,221</b>
FEFmax	-0,263	<b>-0,519</b>	<b>-0,317</b>	<b>-0,417</b>	-0,314	-0,290	-0,269	-0,080	-0,124
VRE	<b>0,475</b>	<b>0,333</b>	<b>0,539</b>	<b>0,393</b>	<b>0,328</b>	0,235	-0,003	0,045	0,099
FR	<b>-0,411</b>	<b>-0,483</b>	<b>-0,379</b>	<b>-0,679</b>	-0,293	<b>-0,599</b>	-0,135	<b>-0,393</b>	<b>-0,414</b>
VC	<b>0,550</b>	<b>0,352</b>	<b>0,486</b>	<b>0,512</b>	<b>0,410</b>	<b>0,543</b>	0,231	<b>0,426</b>	<b>0,375</b>
VCalv	<b>0,471</b>	0,213	<b>0,402</b>	<b>0,418</b>	<b>0,332</b>	<b>0,488</b>	0,186	<b>0,429</b>	<b>0,340</b>
VD	<b>0,756</b>	<b>0,583</b>	<b>0,776</b>	<b>0,745</b>	<b>0,671</b>	<b>0,713</b>	<b>0,419</b>	<b>0,506</b>	<b>0,410</b>
VCO2	<b>0,471</b>	0,191	<b>0,425</b>	<b>0,420</b>	<b>0,448</b>	<b>0,537</b>	<b>0,343</b>	<b>0,496</b>	0,295
ETCO2	0,190	0,229	<b>0,315</b>	0,303	0,292	0,223	0,143	0,139	0,073
Slp3	-0,227	-0,208	-0,183	<b>-0,330</b>	-0,157	<b>-0,334</b>	-0,118	-0,270	-0,197
Slp2/Ve	<b>-0,474</b>	-0,144	<b>-0,410</b>	-0,274	<b>-0,364</b>	<b>-0,401</b>	-0,233	<b>-0,388</b>	-0,285
Slp3/Ve	<b>-0,363</b>	-0,272	<b>-0,318</b>	-0,315	-0,277	<b>-0,339</b>	-0,181	-0,296	-0,267
TI	<b>0,356</b>	<b>0,556</b>	<b>0,352</b>	<b>0,634</b>	0,237	<b>0,504</b>	0,056	0,297	<b>0,323</b>
TE	<b>0,467</b>	<b>0,449</b>	<b>0,433</b>	<b>0,688</b>	<b>0,334</b>	<b>0,666</b>	0,154	<b>0,487</b>	<b>0,431</b>
FC	-0,301	<b>-0,315</b>	-0,245	-0,289	-0,130	-0,108	0,069	0,108	0,112
DP	-0,114	0,098	-0,081	0,066	<b>-0,444</b>	0,000	<b>-0,538</b>	-0,007	-0,133
T	<b>0,865</b>	<b>0,830</b>	<b>0,773</b>	<b>0,875</b>	<b>0,958</b>	<b>0,978</b>	<b>0,628</b>	<b>0,864</b>	<b>0,622</b>
CF	<b>0,533</b>	<b>-0,287</b>	<b>0,458</b>	<b>-0,264</b>	<b>0,533</b>	-0,106	<b>0,413</b>	0,057	<b>0,411</b>
Repouso									
SpO2	<b>-0,389</b>	<b>-0,326</b>	<b>-0,464</b>	<b>-0,319</b>	<b>-0,389</b>	<b>-0,323</b>	-0,355	<b>-0,259</b>	-0,217
BorgD	<b>0,387</b>	0,082	<b>0,396</b>	0,088	<b>0,387</b>	0,034	0,274	-0,065	<b>0,581</b>

PAS	<b>0,522</b>	-	<b>0,528</b>	-	<b>0,720</b>	-	<b>0,644</b>	-	<b>0,493</b>
PAD	<b>0,392</b>	-	<b>0,420</b>	-	<b>0,480</b>	-	<b>0,639</b>	-	<b>0,526</b>
6º minuto									
FC	0,087	-0,206	0,059	-0,172	0,109	-0,127	<b>0,423</b>	-0,053	0,176
SpO2	<b>-0,440</b>	<b>-0,292</b>	<b>-0,444</b>	-0,249	<b>-0,459</b>	<b>-0,262</b>	<b>-0,435</b>	-0,218	<b>-0,515</b>
PAS	<b>0,528</b>	-	<b>0,587</b>	-	<b>0,668</b>	-	<b>0,825</b>	-	<b>0,465</b>
PAD	0,351	-	<b>0,361</b>	-	<b>0,447</b>	-	<b>0,521</b>	-	0,314
9º minuto									
FC	-0,313	<b>-0,310</b>	-0,207	-0,222	-0,079	-0,206	0,213	-0,157	-0,021
FR	<b>-0,490</b>	<b>-0,274</b>	<b>-0,409</b>	-0,212	<b>-0,409</b>	-0,230	-0,139	-0,145	<b>-0,545</b>
SpO2	-0,334	0,222	-0,276	<b>-0,291</b>	-0,057	<b>-0,342</b>	0,043	<b>-0,300</b>	-0,209
PAS	<b>0,569</b>	-	<b>0,629</b>	-	<b>0,720</b>	-	<b>0,690</b>	-	<b>0,400</b>
PAD	<b>0,443</b>	-	<b>0,386</b>	-	<b>0,658</b>	-	<b>0,640</b>	-	<b>0,408</b>

CVF= Capacidade vital forçada; VEF1/CVF= Índice de Tiifeneau; FEF= Fluxo expiratório forçado; VRE= Volume de reserva expiratória; FR= Frequência respiratória; VC= Volume corrente; VCalv= Volume corrente alveolar; VD= Volume espaço morto; VCO<sub>2</sub>= Volume de dióxido de carbono; EtCO<sub>2</sub>= Dióxido de carbono exalado no fim da expiração; SIp2= Slope da fase 2; SIp3= Slope da fase 3; Ve= Volume exalado; TI= Tempo expiratório; s = segundos; TE= Tempo Expiratório; FC= Frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio; DP= Distância percorrida; T= Trabalho; CF= Custo Fisiológico; BorgD= Percepção de dispneia por meio da escala de Borg; PAS= Pressão arterial sistólica; PAD= Pressão arterial diastólica. Utilizado o coeficiente de correlação de Spearman; r= 0-0,3: correlação fraca, r>0,3-0,6: correlação moderada; r>0,6-0,9: correlação forte; r>0,9-1,0: correlação muito forte; (-): elemento não avaliado.

Algumas correlações encontradas neste estudo decorrem do processo fisiológico do crescimento, sendo semelhantes em obesos e eutróficos, demonstrando, desta maneira, não serem influenciadas pela obesidade. Por outro lado, existem variáveis cujas correlações divergem de acordo com os grupo, demonstrando a variação do comportamento de acordo com a obesidade.

A tabela 9 aponta as correlações significativas entre as variáveis de análise da função pulmonar por meio da espirometria e da CV. Observa-se que entre os obesos os volumes pulmonares medidos pela CV estão mais associados à CVF, enquanto nos eutróficos associam-se mais ao VEF1/CVF. Em relação aos slopes, observa-se nos obesos correlação com a CVF, VEF1 e FEF25%, nos eutróficos houve associação apenas com o VEF1/CVF e com o FEF75%.

**Tabela 9- Correlações entre as variáveis de análise de função pulmonar por meio da espirometria e da CV.**

	CVF		VEF1		VEF1/CVF		FEF25%		FEF75%		VRE	
	GO	GC	GO	GC	GO	GC	GO	GC	GO	GC	GO	GC
VM	0,067	0,101	-0,075	-0,031	-0,194	-0,182	<b>-0,346</b>	0,101	-0,147	-0,184	-0,093	-0,290
FR	<b>-0,484</b>	-0,290	-0,223	-0,105	0,305	<b>0,363</b>	0,200	0,249	0,153	0,215	-0,220	-0,224
VC	<b>0,453</b>	<b>0,314</b>	0,255	0,074	-0,228	<b>-0,370</b>	<b>-0,333</b>	-0,112	-0,660	-0,267	0,189	0,140
VCalv	<b>0,447</b>	<b>0,330</b>	0,247	0,070	-0,238	<b>-0,360</b>	<b>-0,386</b>	-0,076	-0,089	<b>-0,329</b>	0,095	0,016
VD	<b>0,319</b>	0,307	0,145	0,136	-0,199	<b>-0,434</b>	<b>-0,316</b>	-0,206	0,014	-0,271	<b>0,420</b>	0,099
VD/VC	<b>-0,315</b>	-0,200	-0,120	0,041	0,235	0,308	0,172	0,071	0,196	0,319	0,157	-0,013
VCO <sub>2</sub>	<b>0,337</b>	0,209	0,180	0,021	-0,171	-0,288	-0,280	-0,068	-0,037	-0,302	0,057	-0,035
EtCO <sub>2</sub>	0,049	-0,075	0,114	0,072	0,040	0,106	0,111	-0,188	0,038	0,069	<b>0,354</b>	0,016
Slp2	-0,192	-0,208	-0,020	-0,041	0,249	0,222	<b>0,397</b>	-0,139	0,110	0,189	-0,037	0,090
Slp3	<b>-0,442</b>	-0,204	<b>-0,334</b>	0,035	0,048	<b>0,355</b>	0,154	0,180	-0,046	<b>0,336</b>	0,023	0,046
Slp2/Ve	<b>-0,353</b>	-0,234	-0,170	0,003	0,241	<b>0,339</b>	<b>0,371</b>	0,041	0,093	0,298	-0,088	0,065
Slp3/Ve	<b>-0,516</b>	-0,225	<b>-0,384</b>	-0,041	0,094	0,275	0,206	0,126	-0,038	0,256	-0,080	0,104
TI	<b>0,441</b>	0,272	0,259	0,121	-0,174	-0,304	-0,086	-0,245	-0,060	-0,149	0,254	0,127
TE	<b>0,451</b>	0,247	0,176	0,058	<b>-0,357</b>	<b>-0,374</b>	-0,245	<b>-0,327</b>	-0,209	-0,284	0,260	0,210

CVF= Capacidade vital forçada; VEF1= Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF= Índice de Tiifeneau; FEF= Fluxo expiratório forçado; VRE= Volume de reserva expiratória; VM= Volume minuto; FR= Frequência respiratória; VC= Volume corrente; VCalv= Volume corrente alveolar; VD= Volume espaço morto; VD/VC= Relação entre o volume espaço morto e o volume corrente; VCO<sub>2</sub>= Volume de dióxido de carbono; EtCO<sub>2</sub>= Dióxido de carbono exalado no fim da expiração; Slp2= Slope da fase 2; Slp3= Slope da fase 3; Ve= Volume exalado; TI= Tempo expiratório; TE= Tempo Expiratório. Utilizado o coeficiente de correlação de Spearman; r= 0-0,3: correlação fraca, r>0,3-0,6: correlação moderada; r>0,6-0,9: correlação forte; r>0,9-1,0: correlação muito forte.

### 5.9.1 Correlação entre as variáveis de avaliação da função pulmonar e o TC6 no GO

Como foi citado anteriormente, o GC para a espirometria e CV é constituído por indivíduos distintos do GC do TC6. Por essa razão, a análise da correlação entre estas variáveis pode apenas ser realizada entre os obesos. As tabelas 10 e 11 apresentam as correlações significativas das variáveis do TC6 com a espirometria e com a CV, respectivamente. Pode-se observar que a função pulmonar não se correlaciona diretamente com o desempenho (DP), e sim com as variáveis representativas do esforço durante o exercício.

Tabela 10- Correlações significativas entre a espirometria e o TC6 no GO.

	CVF	VEF1	VEF1/CVF	FEF25%	FEF50%	FEF75%	FEFmax	VRE
DP	0,187	0,140	0,000	0,231	0,119	0,029	0,231	<b>0,375</b>
T	0,214	-0,125	-0,381	<b>-0,384</b>	-0,297	-0,300	<b>-0,398</b>	0,357
Repouso								
PAS	0,118	-0,239	-0,317	-0,284	-0,260	<b>-0,361</b>	-0,251	0,029
PAD	<b>0,544</b>	0,124	-0,313	-0,037	-0,307	-0,199	-0,035	-0,002
FC	-0,016	-0,182	-0,200	0,050	-0,155	-0,334	-0,048	<b>-0,432</b>
BorgD	0,061	<b>-0,366</b>	<b>-0,536</b>	-0,168	<b>-0,415</b>	-0,512	-0,096	0,089
6º minuto								
PAS	0,135	-0,261	<b>-0,376</b>	<b>-0,366</b>	<b>-0,423</b>	-0,357	-0,251	-0,134
9º minuto								
FC	-0,008	-0,052	-0,041	0,257	-0,013	-0,178	0,054	<b>-0,367</b>
BorgMMII	<b>0,433</b>	0,239	-0,131	-0,166	-0,065	0,057	-0,085	0,154

CVF= Capacidade vital forçada; VEF1= Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF= Índice de Tiifeneau; FEF= Fluxo expiratório forçado; VRE= Volume de reserva expiratória; DP= Distância percorrida; T= Trabalho; PAS= Pressão arterial sistólica; PAD= Pressão arterial diastólica; FC= Frequência cardíaca; BorgD= Percepção de dispneia por meio da escala de Borg; BorgMMII= Percepção de esforço em membros inferiores por meio da escala de Borg. Utilizado o coeficiente de correlação de Spearman;  $r= 0-0,3$ : correlação fraca,  $r>0,3-0,6$ : correlação moderada;  $r>0,6-0,9$ : correlação forte;  $r>0,9-1,0$ : correlação muito forte.

Tabela 11- Correlações significativas entre a CV e o TC6 no GO.

	FR	VC	VCalv	VD	VD/VC	VCO2	Slp2	Slp3	Slp2/Ve	Slp3/Ve	TI	TE	FC
T	<b>-0,450</b>	<b>0,477</b>	<b>0,479</b>	<b>0,566</b>	-0,031	<b>0,487</b>	-0,181	-0,277	-0,358	<b>-0,439</b>	<b>0,381</b>	<b>0,525</b>	-0,185
CF	-0,059	0,354	0,284	<b>0,431</b>	0,044	<b>0,440</b>	-0,316	-0,125	<b>-0,371</b>	-0,260	-0,017	0,017	-0,019
Repouso													
PAS	<b>-0,364</b>	0,309	0,336	0,287	-0,112	0,324	-0,008	-0,278	-0,179	-0,329	0,286	<b>0,402</b>	-0,039
PAD	-0,242	0,324	0,288	0,218	-0,183	<b>0,481</b>	-0,053	-0,271	-0,246	<b>-0,394</b>	0,171	0,240	0,252
FC	-0,213	-0,080	-0,010	<b>-0,436</b>	<b>-0,389</b>	0,004	0,272	-0,123	0,119	-0,087	0,137	0,259	<b>0,486</b>
SpO2	0,190	-0,249	-0,219	<b>-0,415</b>	-0,071	-0,199	0,222	0,016	0,227	0,033	-0,104	-0,234	-0,064
6º minuto													
PAS	-0,310	<b>0,366</b>	0,359	<b>0,406</b>	-0,051	<b>0,485</b>	-0,113	-0,211	-0,280	-0,347	0,163	0,343	0,143
PAD	-0,139	0,142	0,101	0,201	0,064	0,291	0,041	-0,076	-0,118	-0,179	0,186	0,115	-0,005
FC	-0,157	0,257	0,225	0,022	-0,359	<b>0,430</b>	-0,137	-0,143	-0,268	-0,287	-0,008	0,143	0,360
FR	0,064	0,058	0,098	-0,111	-0,042	0,125	-0,032	-0,277	-0,114	-0,215	-0,085	-0,118	<b>0,480</b>
SpO2	<b>0,505</b>	-0,310	0,340	-0,263	0,004	-0,103	0,069	<b>0,392</b>	0,252	0,359	<b>-0,535</b>	<b>-0,456</b>	0,093
9º minuto													
PAS	-0,250	<b>0,391</b>	<b>0,390</b>	<b>0,425</b>	-0,047	<b>0,489</b>	-0,147	-0,275	-0,318	<b>-0,388</b>	0,170	0,281	-0,048
PAD	-0,343	<b>0,393</b>	<b>0,397</b>	0,221	-0,339	<b>0,552</b>	-0,136	<b>-0,411</b>	-0,342	<b>-0,563</b>	0,239	<b>0,385</b>	0,153
FC	-0,116	-0,009	0,017	-0,326	-0,327	0,120	0,145	-0,143	-0,001	-0,117	0,054	0,151	<b>0,565</b>
FR	0,240	-0,042	-0,014	-0,192	-0,140	0,175	-0,086	-0,192	-0,074	-0,157	-0,224	-0,290	<b>0,433</b>
SpO2	<b>0,446</b>	-0,290	-0,259	-0,302	0,144	-0,187	0,219	0,112	0,270	0,177	<b>-0,429</b>	<b>-0,462</b>	0,055
BorgMMII	-0,221	<b>0,418</b>	<b>0,415</b>	<b>0,503</b>	0,013	0,147	<b>-0,457</b>	-0,355	<b>-0,407</b>	-0,366	0,178	0,176	-0,249

FR= Frequência respiratória; VC= Volume corrente; VCalv= Volume corrente alveolar; VD= Volume espaço morto; VD/VC= Relação entre o volume espaço morto e o volume corrente; VCO<sub>2</sub>= Volume de dióxido de carbono; Slp2= Slope da fase 2; Slp3= Slope da fase 3; Ve= Volume exalado; TI= Tempo expiratório; TE= Tempo Expiratório; FC= Frequência cardíaca; T= Trabalho; CF= Custo Fisiológico; PAS= Pressão arterial sistólica; PAD= Pressão arterial diastólica; FC= Frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio; FR= Frequência respiratória; BorgMMII= Percepção de esforço em membros inferiores por meio da escala de Borg. Utilizado o coeficiente de correlação de Spearman; r= 0-0,3: correlação fraca, r>0,3-0,6: correlação moderada; r>0,6-0,9: correlação forte; r>0,9-1,0: correlação muito forte.



## DISCUSSÃO



## VI- Discussão

---

A capacidade pulmonar fisiológica é descrita como dependente das dimensões do corpo e da eficiência dos sistemas. Por esta razão, o crescimento corporal e o desenvolvimento puberal influenciam a capacidade e a adaptação ao exercício. Assim, o indivíduo obeso possui características que comprometem o condicionamento cardiorrespiratório e o desempenho físico. <sup>(47)</sup>

A obesidade está relacionada a um estilo de vida sedentário que compromete o condicionamento físico e leva a aumento da proporção de tecido adiposo em relação à massa muscular por unidade de peso. O excesso de massa gorda também favorece o desenvolvimento de resistência insulínica, que pode levar a diminuição da capacidade glicolítica, que implica em prejuízo na produção de energia para o corpo, pior desempenho em atividades físicas e desenvolvimento de fenômenos degenerativos decorrentes da obesidade. Além disso, o excesso de carga suportada por um obeso, invariavelmente, dificulta e torna desconfortável a atividade física, reduzindo a disposição para executá-las, criando, desta forma, um círculo de comprometimentos. <sup>(47, 48, 49)</sup>

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ) é a medida mais precisa para avaliar o condicionamento físico e aumenta de acordo com o crescimento corporal. Entretanto, por deslocar um peso maior, a criança obesa atinge seu  $VO_2max$  mais precocemente que uma eutrófica, o que pode explicar uma antecipação de mecanismos adaptativos do esforço, que acelera o desenvolvimento puberal precoce observado entre crianças e adolescentes obesos, entretanto, ainda sem um consenso na literatura. <sup>(47, 50, 51)</sup>

Na avaliação da função pulmonar, por meio da espirometria, observou-se um aumento significativo da CVF entre os obesos. Quando analisamos os grupos pela idade apenas o grupo mais velho (>11-17 anos) manteve esse aumento e na subdivisão por sexo, apenas as meninas apresentaram aumento significativo da CVF. Este aumento vai de acordo com o parágrafo anterior, podendo ser

explicado devido à maior necessidade de consumo de oxigênio por indivíduos obesos. Este aumento foi observado, principalmente, entre as meninas, o que pode estar relacionado com o fato do desenvolvimento puberal ter início mais precoce no sexo feminino e entre os indivíduos mais velhos que já estão em um estágio mais avançado de maturação puberal.

O comportamento da CVF em indivíduos obesos varia consideravelmente na literatura. Chen et al, encontrou em sua amostra de crianças canadenses de 06-17 anos correlação positiva entre a circunferência da cintura (CC) e a CVF, havendo um aumento de 7 mililitros (mL) na CVF a cada centímetro aumentado na CC. <sup>(52)</sup>

O estudo chinês de He et al, em 2009, avaliou crianças de 08 a 13 anos e também encontrou valores significativamente superiores na CVF no grupo de crianças com sobrepeso ou obesas. Já Lazarus et al, em 1997, realizou seu estudo com crianças com 09, 12 e 15 anos na Austrália e encontrou aumento da CVF proporcional ao aumento de peso quando os valores preditos foram ajustados pela altura dos indivíduos. Entretanto, quando os valores foram ajustados de acordo com o peso e com a altura, observou-se uma queda na CVF conforme o aumento da porcentagem de gordura corporal. <sup>(53, 54)</sup>

No trabalho de Pekkarinen et al, 2012, foram avaliados 284 indivíduos de 18-83 anos na Finlândia. Foi encontrado entre os homens correlação positiva entre o IMC e a CVF enquanto as mulheres apresentaram correlação positiva entre a CC e a CVF. <sup>(55)</sup>

Ülger et al, 2006, avaliou sujeitos de 09-15 anos na Turquia e encontrou correlação negativa forte entre o IMC, a espessura das pregas cutâneas e a relação cintura/quadril (C/Q) com a CVF. Spathopoulos et al, por sua vez, estudou indivíduos de 06-11 anos na Grécia e ao realizar a análise de variância encontrou efeito significativo do IMC na redução da porcentagem do valor predito e do z-score da CVF. <sup>(56, 57)</sup>

Já Eisenmann estudou crianças de 06-12 anos nos Estados Unidos e observou apenas entre as meninas obesas redução significativa dos valores absolutos de

CVF. Enquanto, Boran et al, em 2007, avaliou sujeitos de 07-15 anos na Turquia e não encontrou diferença na CVF de obesos e eutróficos. <sup>(58, 59)</sup>

A divergência na literatura se mantém entre estes autores em relação ao VEF1. Em nosso estudo não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, assim como no estudo de Boran et al. <sup>(59)</sup>

Ülguer et al, encontrou correlação negativa forte entre o IMC, a espessura das pregas cutâneas e a C/Q com o VEF1. Spathopoulos et al, também encontrou efeito significativo do IMC na queda dos valores preditos e z-score do VEF1. Enquanto Eisenmann et al, observou queda significativa nos valores absolutos de VEF1 apenas entre meninas obesas. <sup>(56, 57, 58)</sup>

Diferentemente dos achados anteriores, Chen et al, encontrou correlação positiva entre o VEF1 e a CC, ocorrendo um aumento de 4mL no VEF1 a cada acréscimo de centímetro na CC. Assim como He et al, que observou valores de VEF1 significativamente superiores em meninos com sobrepeso e em meninas obesas. <sup>(52, 53)</sup>

Lazarus et al, assim como na avaliação da CVF, encontrou valores de VEF1 superiores nos obesos quando os valores preditos foram ajustados apenas pela altura. Todavia, quando estes valores foram ajustados pelo peso e altura observou-se uma queda no VEF1 proporcional ao aumento da porcentagem de gordura corporal. <sup>(54)</sup>

Na avaliação do VEF1/CVF, os obesos apresentaram índices significativamente menores. Na subdivisão dos grupos por idade, esta alteração se manteve presente entre os obesos dos dois grupos, bem como esteve presente na subdivisão por sexo tanto em meninos como em meninas obesas. Na comparação por sexo dentro do mesmo grupo, as meninas apresentaram o VEF1/CVF significativamente maior do que os meninos.

O VEF1/CVF é a variável na qual se observa maior conformidade entre os estudos, os quais apontam para uma redução do índice entre os obesos. Chen et

al, encontrou correlação negativa entre a CC e o VEF1/CVF. Spathopoulos et al, também encontrou efeito significativo do IMC na queda deste índice. Assim como no estudo brasileiro de Gontijo et al, em 2011, que avaliou adultos de 20-59 anos e no qual o VEF1/CVF foi significativamente menor no grupo obeso do que entre os controles. (52, 57, 60)

Pekkarinen et al, encontrou correlação negativa entre o diâmetro abdominal sagital e o VEF1/CVF, achado que pode estar relacionado ao fato de, entre os obesos, os meninos apresentarem menores valores deste índice quando comparado com as meninas, uma vez que os meninos apresentam obesidade androide, concentrando a gordura principalmente na região abdominal e torácica, enquanto as meninas tendem a concentrar a gordura mais na região do quadril e coxas. O estudo de Eisenmann et al, também corrobora com esta hipótese já que em seus achado foi encontrado redução significativa do VEF1/CVF apenas entre os meninos obesos. (55, 58)

Na avaliação dos fluxos expiratórios, houve redução significativa de todos os FEF nos obesos quando comparados com os eutróficos, sendo que 36,8% dos indivíduos obesos apresentaram distúrbio obstrutivo pelos fluxos. Na subdivisão por idade a redução manteve-se em ambos os grupos, exceto pelo FEF 75% que não teve diferença entre obesos e eutróficos com idade >11-17 anos. Além disso, nos obesos, a prevalência de distúrbio obstrutivo por fluxos passou de 41,2% no GOa para 33,3% no GOB. Esta redução também aponta para uma melhora nas condições respiratórias durante a puberdade, reforçando a hipótese de um processo adaptativo durante este período.

Já na subdivisão por sexo, os meninos obesos apresentaram redução de todos os FEF quando comparados com meninos eutróficos, enquanto as meninas obesas só não apresentaram diferença estatística com as eutróficas em relação ao FEF 75%. Ao avaliar os indivíduos do mesmo sexo de acordo com o grupo, observou-se que em ambos os sexos os fluxos foram menores entre os meninos. Na análise do GO, os meninos apresentaram redução significativa no FEF 25%, FEF 50%, FEF

75% e FEFmax. Já entre os eutróficos, os meninos apresentaram índices significativamente menores no FEF 25%, FEF 50%, FEF 75% e FEF 2575%.

A redução dos fluxos expiratórios pode ser explicada principalmente pela mecânica respiratória, que é alterada pela obesidade devido à carga que o tecido adiposo impõe à caixa torácica. Salome, King e Berend fizeram em 2010 uma revisão abordando a fisiologia da obesidade e seu efeito na função pulmonar. Os autores descreveram que indivíduos obesos apresentam redução da capacidade residual funcional (CRF) e que esta redução leva à limitação do fluxo expiratório, corroborando com nossos achados. <sup>(61)</sup>

Assim como no presente estudo, Gontijo et al, também encontraram redução significativa do FEF 2575% nos obesos e Spathopoulos et al, apontaram como significativa a influência do IMC na redução do mesmo. Já no estudo de Eisenmann et al, os valores do FEF 2575% foram significativamente menores apenas entre os meninos obesos. <sup>(60, 57, 58)</sup>

Contrariando nossos achados He et al, e Boran et al, não encontraram diferenças significativas entre os fluxos expiratórios de obesos e eutróficos. E enquanto neste estudo 36,8% dos obesos apresentaram distúrbio obstrutivo por fluxo, Marcus et al, encontrou, em sua amostra de 22 obesos, apenas 01 indivíduo com esta anormalidade e Li et al apenas 3 em uma amostra de 64 obesos apresentaram anormalidades obstrutivas. <sup>(53, 59, 62, 63)</sup>

Em ambos os grupos os fluxos expiratórios forçados foram menores nos meninos do que entre as meninas. Esta alteração pode ter relação com a diferença na estrutura e no crescimento pulmonar de acordo com o sexo. Os pulmões dos meninos são significativamente maiores do que os das meninas da mesma altura. Por essa razão, suas vias aéreas são mais longas, todavia tornam-se mais estreitas, limitando o fluxo expiratório. <sup>(64)</sup>

É muita escassa a literatura sobre a CV, principalmente em sujeitos em respiração espontânea e em crianças. Não foi encontrado nenhum estudo que avaliasse os parâmetros da CV em crianças e adolescentes obesos. Na realidade a abordagem

deste método na obesidade também é reduzida, sendo que apenas um estudo foi encontrado, abordando o efeito do recrutamento alveolar no SIp3 de obesos mórbidos, em ventilação mecânica (VMec).<sup>(65)</sup>

Neste estudo, os obesos apresentaram valores significativamente maiores em relação ao VMalv, VC, VCalv, VD/VC e VCO<sub>2</sub> e menores em relação ao SIp3/Ve quando comparados aos eutróficos. Ao subdividir os sujeitos pela idade não se observou diferenças estatísticas entre os grupos com idade entre 05-11 anos. Entretanto, na avaliação dos grupos maiores de 11 até 17 anos, foi encontrado nos obesos aumento significativo do VMalv, VCalv e VCO<sub>2</sub>.

Na avaliação de acordo com o sexo, as meninas obesas apresentaram valores significativamente menores no SIp3/Ve e maiores na SpO<sub>2</sub> quando comparadas com as meninas eutróficas. Já entre os meninos, houve aumento significativo do VC, VCalv, VD e VCO<sub>2</sub> entre os obesos.

Ao comparar os sexos dentro do mesmo grupo, os meninos obesos apresentaram o VM, VMalv, VC, VCalv, VD e VCO<sub>2</sub> significativamente superiores as meninas obesas, nas quais foram encontrados valores com aumento significativo em relação ao SIp2 e SIp2/Ve. Não foram encontradas diferenças entre os sexos no grupo eutrófico.

O estudo de Ream et al, é o que está mais de acordo com nossos achados. Ao avaliar indivíduos saudáveis submetidos a pequenas cirurgias, os autores encontraram valores significativamente menores no SIp3 em pacientes com VC mais elevado e correlação negativa do SIp3 com a idade, o peso, a altura e a superfície corporal. Assim, os autores concluíram que o processo de alveolização leva a uma redução no SIp3 que na vida adulta se estabiliza.<sup>(66)</sup>

Valores menores no SIp3, segundo Moreira et al, podem ser ocasionados por oclusões vasculares centrais, como na embolia pulmonar. Entretanto, essa condição clínica não condiz com as dos sujeitos do estudo. O autor afirma ainda que em doenças onde há redução no número de alvéolos participantes das trocas gasosas o SIp3 tende a aumentar.<sup>(67)</sup>

Esta afirmação condiz com os achados de Almeida et al, 2011, que encontrou aumento do SIp2/VC e SIp3/VC em crianças com asma persistente moderada quando comparadas com indivíduos saudáveis. Ribeiro, em 2010, também observou aumento do SIp3/Ve em crianças e adolescentes com fibrose cística (FCI). Assim como Veronez et al, 2010, que também encontraram valores superiores no SIp3/Ve em adultos fibrocísticos e bronquiectásicos, sem FC, do que em sujeitos normais. Estes estudos demonstram o aumento do SIp3 como indicador da não homogeneidade da ventilação. <sup>(68, 69, 70)</sup>

A utilização da CV como ferramenta auxiliar na avaliação da função pulmonar e na detecção de distúrbios ventilatórios ocorre com maior frequência em pacientes sob VMec e os autores ainda buscam quais variáveis refletem melhor as condições pulmonares.

Romero et al, em 1997, avaliou indivíduos em VMec, com imagem radiológica normal e com diagnóstico de Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA) em três diferentes níveis de VC. Os autores concluíram que as variáveis da CV podem detectar anormalidades na distribuição da ventilação em pacientes com SARA quando comparados com indivíduos normais também anestesiados e, dentre as variáveis analisadas, os autores ressaltaram a relação entre o volume de ejeção alveolar e o VC como o índice mais sensível e mais reprodutível para a detecção de distúrbios ventilatórios. <sup>(71)</sup>

A avaliação da CV de indivíduos com SARA também foi realizada por Kallet et al. Os autores compararam as medidas da CV com as do monitor metabólico e concluíram que a primeira medida é mais precisa. <sup>(72)</sup>

Blanch et al também avaliaram sujeitos submetidos à VMec e utilizaram a CV para avaliar os efeitos da pressão positiva no fim da expiração (PEEP) em sujeitos com diferentes graus de lesão pulmonar. Foi encontrada relação entre o grau de lesão pulmonar e as variáveis da CV, como o SIp3, o volume de ejeção alveolar e sua relação com o VC, demonstrando a utilidade deste instrumento na avaliação da severidade da lesão pulmonar. <sup>(73)</sup>

A utilização da CV como um instrumento marcador da severidade da lesão pulmonar também foi ressaltada por Almeida-Junior et al, os quais avaliaram crianças em VMec com diagnóstico de bronquiolite aguda. Os autores encontraram relação do VD/VT tanto com distúrbios ventilatórios como também com distúrbios de oxigenação. <sup>(74)</sup>

Já Böhm et al, utilizou a CV para avaliar o efeito do recrutamento alveolar na S<sub>lp3</sub> de obesos mórbidos submetidos à cirurgia bariátrica e concluíram que ao elevar o PEEP de 0 para 15 houve um decréscimo no S<sub>lp3</sub>, associado a melhora da complacência pulmonar e da pressão parcial de oxigênio (PaO<sub>2</sub>). Assim o estudo demonstrou que o S<sub>lp3</sub> pode ser utilizado na otimização do PEEP após o recrutamento alveolar. <sup>(65)</sup>

A descrição da utilização da CV em pacientes em respiração espontânea é mais recente. Verschuren et al utilizou a CV como teste na triagem, no departamento de emergência, em pacientes com suspeita de embolismo pulmonar. Os autores encontraram resultados positivos e consideraram a CV uma ferramenta promissora para a fisiopatologia pulmonar. <sup>(75)</sup>

Já Romero et al utilizaram o método comparando-o com a espirometria na avaliação de indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), ex-fumantes sem a doença e sujeitos saudáveis. As variáveis da CV se mostraram úteis na avaliação do estadiamento do DPOC, principalmente quando há dificuldades na realização da espirometria devido à limitações clínicas, já que a CV não necessita de manobras forçadas. <sup>(76)</sup>

A utilidade da CV na avaliação da função pulmonar, principalmente quando não o serviço não dispõe de pletismografia corporal e quando não há colaboração para as manobras forçadas da espirometria, foi demonstrada também na faixa etária pediátrica por Steiss et al. Os autores avaliaram o VD antes e após a utilização de broncodilatores e observaram o aumento desta variável após o uso da medicação. <sup>(77)</sup>

Tusman et al compararam adultos saudáveis com indivíduos anestesiados e sob VMec. Os autores tiveram como objetivo determinar valores de referência para a CV não invasiva de adultos saudáveis e foi comprovado com os resultados o efeito negativo da anestesia e da VMec com pressão positiva na eficácia ventilatória. <sup>(78)</sup>

Diante dos achados apresentados sobre a CV, evidencia-se a necessidade de mais estudos sobre o assunto, principalmente em relação à padronização das variáveis e ao estabelecimento de comportamentos fisiológicos e patológicos das variáveis analisadas na CV.

A reprodutibilidade do TC6 como ferramenta para a avaliação da capacidade funcional já está determinada no consenso para condições como DPOC, FCI, insuficiência cardíaca, doença vascular periférica, fibromialgia e para pessoas idosas. Entre indivíduos obesos, estudos demonstram a aplicabilidade do método na avaliação da capacidade funcional tanto em adultos como também em crianças e adolescentes, analisando a comparação dos mesmos com indivíduos saudáveis e também o impacto da perda de peso no desempenho físico. <sup>(27, 79, 80, 81, 82)</sup>

No presente estudo, os achados relacionados ao TC6 equivalem aos comprometimentos fisiológicos já descritos, uma vez que os obesos percorreram uma distância significativamente menor que os eutróficos, já que carregam uma carga maior, têm musculatura fraca, devido ao sedentarismo, e redução da capacidade glicolítica. Apesar disso, realizaram um trabalho maior para alcançarem essa distância devido a maior exigência do sistema cardiorrespiratório. Foi encontrado na literatura um estudo em que os autores observaram um desempenho no TC6 26% pior em crianças obesas de 8 a 16 anos do que em indivíduos eutróficos da mesma faixa etária. Estes autores concluíram também que o TC6 é um teste reprodutível no grupo de crianças obesas, sendo de utilidade na prática clínica, apesar de não apresentar boa correlação com o  $VO_2$  máximo. <sup>(81)</sup>

Rastogi et al, também avaliaram adolescentes obesos e saudáveis, criando mais dois subgrupos de indivíduos asmáticos e não asmáticos. Os autores observaram

que entre os obesos a capacidade funcional para o exercício está mais associada à obesidade do que à porcentagem do valor predito do VEF1, que é o maior fator preditor para os eutróficos. <sup>(83)</sup>

Já os estudos de Calders et al e de Elloumi et al avaliaram o impacto de um tratamento para a perda de peso no desempenho de crianças e adolescentes obesos. No primeiro estudo os autores encontraram que após o programa para perda peso os indivíduos aumentaram significativamente a DP e que o z-score do IMC foi o fator mais dominante para predizer a variabilidade no desempenho. Enquanto no segundo estudo os autores encontraram relação significativa entre a DP e o VO<sub>2</sub>max no começo e no fim do programa para perda de peso. Assim, os autores afirmaram que o TC6 é uma ferramenta útil e prática na avaliação da capacidade funcional e da tolerância ao exercício. <sup>(84, 82)</sup>

Estudos em adultos sugerem que o baixo desempenho no TC6 tende a permanecer durante a vida adulta. Os estudos de Beriault et al e de Larson e Reynisdottir de avaliaram a reprodutibilidade do TC6 em sujeitos com sobrepeso e obesos. No primeiro estudo foi observada correlação negativa da DP com o IMC, com a CC e com a FC no repouso. Os autores concluíram que o TC6 é um teste reprodutível e capaz de avaliar aspectos da capacidade funcional em indivíduos obesos e por ser um teste de fácil aplicação, seguro e barato, os autores ressaltaram a utilização do mesmo na prática clínica para monitorar o impacto das mudanças no estilo de vida. <sup>(79, 80)</sup>

O segundo estudo também encontrou correlação negativa entre a DP e o IMC, e também entre a DP e a percepção de cansaço pela escala de Borg e correlação positiva entre a DP e a FC no fim do teste. Assim como em nosso estudo, os obesos percorreram uma distância significativamente menor e realizaram um T significativamente maior. Dessa forma, a conclusão também foi que o TC6 apresenta boa reprodutibilidade e validade entre essa população. <sup>(79)</sup>

O estudo de Gontijo et al também avaliou a DP de adultos obesos e eutróficos e assim como nos estudos anteriores, os autores observaram que os obesos têm a

DP significativamente menor do que os eutróficos e encontraram correlação negativa entre a DP e o IMC e a CC. Concordando com nossos achados, os autores também verificaram que a FC dos obesos foi menor do que a do grupo controle em todo o teste. <sup>(60)</sup>

A avaliação do desempenho antes e após perda de peso foi feita por Meniscalco et al que avaliou mulheres submetidas a cirurgia bariátrica. Após um ano de cirurgia e conseqüentemente com o peso reduzido as mulheres tiveram um aumento significativo na DP e redução na percepção de dispneia. Diante dos resultados, os autores concluíram que o TC6 é um método confiável e prático para avaliar a capacidade funcional antes e após intervenções, sendo que esta avaliação é crescentemente proposta nos cuidados com a obesidade mórbida. <sup>(85)</sup>

Como foi observado no presente estudo e também na avaliação de Larsson e Reynisdottir os obesos realizaram um T significativamente maior do que o grupo controle no TC6. Essa variável é utilizada de forma específica para esse teste e estudos apontam que ela tem melhor correlação com variáveis funcionais do que a DP. <sup>(79)</sup>

Como é o caso do estudo de Carter et al, que encontrou coeficiente de correlação mais elevado no T do que na DP quando relacionado com a capacidade de difusão pulmonar do monóxido de carbono (CO), com a difusão pulmonar para a ventilação alveolar, com o VEF1 e com o VEF1/CVF. No estudo de Chuang, Lin e Wasserman o T apresentou maior correlação do que a DP quando correlacionados com VO<sub>2</sub>max, com o limiar anaeróbio, com a capacidade de difusão do CO e com a capacidade vital. Enquanto no estudo de Poersch o T teve maior correlação do que a DP com o pico de VO<sub>2</sub>, a CVF, o VEF1, a capacidade inspiratória, a capacidade de difusão do CO, o VCO<sub>2</sub>, a ventilação minuto e o duplo produto. Assim, fica claro que a utilização do T torna mais precisa e completa a avaliação do desempenho físico. <sup>(86, 87, 88)</sup>

Outra variável analisada foi o CF. Esta não é uma variável específica do TC6, e sua aplicabilidade não está tão bem definida quanto a anterior. O CF foi descrito

em 1979 por MacGregor e análise do  $\Delta FC/VMed$  estima o gasto energético. <sup>(89)</sup>  
Não foram encontrados estudos que avaliassem essa variável em obesos.

O CF foi estudado por Graham, Smith e White em adultos saudáveis, comparando o desempenho em pistas de 12 e 20 metros. Os autores concluíram que o CF é uma medida confiável apesar de ainda não ser validada para mensurar o custo energético. Bailey e Ratcliffe avaliaram mulheres saudáveis e ressaltaram a confiabilidade do CF. Eles classificaram a variável como instrumento útil na rotina clínica de fisioterapeutas para a avaliação do comprometimento motor, da capacidade funcional e da efetividade de dispositivos auxiliares como órteses. <sup>(90, 91)</sup>

A aplicação do CF também foi estudada em crianças com paralisia cerebral por Raja et al e por Ijzerman e Nene. No primeiro estudos os autores encontraram que quanto maior o CF menor foi a pontuação de mobilidade funcional. Assim, eles consideraram o CF um instrumento útil no acompanhamento de crianças com paralisia cerebral. No segundo estudo os autores utilizaram além do CF, a medida de custo de oxigênio e consideraram a segunda medida mais eficiente na triagem destes pacientes. <sup>(92, 93)</sup>

Danielsson, Willén e Sunnerhagen compararam o CF de sujeitos saudáveis e que tiveram acidente vascular encefálico e consideraram elevada a variabilidade na repetição do teste e consideraram limitada a confiabilidade desta medida na avaliação do gasto energético. <sup>(93)</sup> Assim, fica evidente que não há um consenso na literatura sobre a utilização desta variável, sendo necessários mais estudos para padronizar a aplicação da mesma e determinar a eficiência da medida.

Em relação aos parâmetros de normalidade no TC6, observa-se discordância entre os critérios devido, principalmente, às variações antropométricas de cada etnia, à diferença de faixas etárias e ao peso das variáveis nas equações de normalidade de cada estudo. Além disso, a não padronização das faixas etárias e a utilização de diferentes variáveis dificultam a homogeneização das avaliações.

A tabela 9 mostra as diferenças entre as equações de normalidade utilizadas em relação às variáveis envolvidas e à faixa etária dos participantes. Os dois estudos brasileiros, além de incluírem amostras mais comparáveis, devido à nacionalidade, incluem variáveis subtrativas relacionadas à massa corporal e, dessa forma, levam em conta a influência do peso no desempenho dos participantes, se adequando melhor à população obesa. Já no critério de Li et al, baseado em crianças e adolescentes chineses, com características bastante diferentes da população brasileira, a totalidade dos sujeitos obesos e grande parte dos eutróficos apresentaram o desempenho abaixo do considerado normal. Sendo assim, este critério não se mostrou adequado na avaliação da diferença entre obesos e eutróficos de nossa amostra. A equação proposta por Geiger et al, apesar de avaliar uma população com características bastante diferente das brasileiras, demonstrou, em nosso estudo, uma grande diferença no desempenho de obesos e eutróficos. Entretanto, os autores não levaram em conta a influência da massa corporal no desempenho ao elaborar a equação. <sup>(34, 35, 36, 37)</sup>

Tabela 9: Comparação entre as faixas etárias, variáveis da equação e nacionalidade dos padrões de normalidade envolvidos.

Autores	Ano	Nacionalidade	Faixa Etária	Variáveis
Li, et al	2007	Chinesa	07-16 anos	Sexo, $\Delta$ FC e Altura.
Geiger, et al	2007	Austríaca	03-18 anos	Idade e altura
Priesnitz, et al	2009	Brasileira	06-12 anos	Idade, Altura, $\Delta$ FC, Peso.
Oliveira	2007	Brasileira	07-17 anos	Sexo, Idade e IMC.

$\Delta$ FC= Frequência cardíaca final - Frequência cardíaca inicial; IMC= Índice de massa corpórea.

Dentre as equações de normalidade avaliadas, a que melhor se adequou a nossa amostra foi a de Priesnitz et al, cuja população estudada condiz melhor com a desta pesquisa, além de envolver o peso como uma variável subtrativa. Assim, por meio desta equação, observou-se menor prevalência de indivíduos saudáveis com desempenho inadequado. Na avaliação dos grupos segundo a subdivisão por

idade observa-se que nas duas faixas etárias é maior a prevalência de obesos do que eutróficos que percorreram uma distância abaixo do esperado. Entretanto, em ambos os grupos há um aumento da prevalência de desempenho inadequado nos indivíduos mais velhos, demonstrando um possível comportamento mais sedentário entre os adolescentes, fato que já descrito na literatura. <sup>(95, 96)</sup>

Diante de toda a discussão, observa-se a necessidade de mais estudos a fim de determinar a influência da obesidade na função pulmonar, bem como a realização de estudos longitudinais para avaliar a progressão dos comprometimentos ao longo do crescimento e do desenvolvimento.

Em relação à CV, a padronização dos métodos de avaliação e de processamento de dados tornariam os estudos mais comparáveis favorecendo sua consolidação como ferramenta efetiva na avaliação da função pulmonar. Já com a aplicabilidade concretizada, o estabelecimento de valores de normalidade seria fundamental para inserir a avaliação na rotina clínica.

Por fim, o TC6, apesar de ter sua aplicabilidade e confiabilidade bem definidas, necessita melhor padronização das equações de normalidade. Para isso, a realização de estudos multicêntricos favoreceria o desenvolvimento de equações mais homogêneas que levassem em conta as diferenças populacionais.

## **6.1 Limitações do estudo**

O presente estudo apresenta limitações. Métodos mais precisos para definir obesidade, que avaliam a porcentagem de massa magra e gordura corporal, selecionariam melhor a população estudada.

Além disso, os grupos controles para espirometria e para o TC6 foram constituídos de indivíduos distintos. Dessa forma, não se pôde estabelecer correlação entre as variáveis dos testes na população eutrófica.

Por fim, apesar do número da amostra estudada estar de acordo com o cálculo amostral, uma população mais numerosa poderia detectar maiores diferenças entre os grupos.

## **6.2 Perspectivas futuras**

A partir dos achados de nosso estudo, evidenciamos os comprometimentos causados pela obesidade na função pulmonar. Assim, esperamos que essa avaliação passe a fazer parte da rotina clínica desses pacientes para melhor direcionamento do tratamento.

Também foi observado o baixo desempenho físico consequente à associação entre a obesidade e o sedentarismo. A relação deste quadro com o aumento da prevalência da obesidade no mundo, envolvendo todas as classes sociais, deve despertar não só nos centros de referência, mas também nos órgãos públicos a necessidade de incentivo à prática de atividades físicas. Assim, a conscientização da importância do movimento para a saúde e para o desenvolvimento deve fazer parte do sistema educacional. Para isso, crianças e adolescentes devem dispor de locais adequados para a prática de atividades físicas programadas e não programadas tanto na escola como em locais próximos ao ambiente residencial.

**CONCLUSÕES**



## VII- Conclusões

---

- Na avaliação espirométrica, os obesos apresentaram valores significativamente maiores na CVF e menores no VEF1/CVF e em todos os fluxos expiratórios forçados, caracterizando distúrbio obstrutivo por fluxo em 36,8% do grupo.
- Em relação a CV, o GO apresentou o VMalv, o VC, o VCalv e o VCO<sub>2</sub> significativamente maiores e as relações VD/VC e SIp3/Ve menores do que os eutróficos.
- A resposta dos obesos estudados ao uso do BD demonstra que não houve melhora da função pulmonar após o uso da medicação.
- Assim como a espirometria, a CV é um instrumento válido na avaliação da função pulmonar. Entretanto, as avaliações por meio destes instrumentos se complementam e um não pode substituir o outro, já que apenas a espirometria fornece informações em relação aos fluxos expiratórios e a CV oferece informações mais precisas sobre os volumes pulmonares.
- Em relação ao TC6, os obesos percorreram uma distância significativamente menor durante os seis minutos, apesar de realizarem um maior trabalho para isso. O CF variou de acordo com a faixa etária, sendo que no grupo mais novo foi maior entre os eutróficos e entre os mais velhos foi maior nos indivíduos obesos.
- As alterações na função pulmonar dos obesos não se correlacionaram diretamente com o desempenho no TC6. Entretanto, observou-se correlação entre a função pulmonar e as variáveis representativas do esforço durante o exercício.



## REFERÊNCIAS



## VIII- Referências

---

- 1- Bray GA. History of obesity. In: Williams G, Frühbeck G (editors). Obesity: science to practice. Wiley-Blackwell. 2008; p. 03-17.
- 2- Obesity and overweight. World Health Organization (WHO); 2011. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>.
- 3- WHO consultation on obesity. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of WHO consultation – Geneva. 1997; 17-40.
- 4- IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 – Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos. 2010.
- 5- Speiser PW, Rudolf MCJ, Anhalt H, Camacho-Hubner C, et al. Consensus Statement: Childhood Obesity. J Clin Endocrinol Metab. 2005; 90(3): 1871-87.
- 6- Donnely JE, Jacobsen DJ, Whatley JE, Hill JO et al. Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school. Obesity Research. 1996; 4(3): 229-43.
- 7- Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood Obesity: public-health crisis, common sense cure. Lancet. 2002; 360: 473-82.
- 8- Swallen KC, Reither EN, Haas SA, Meier AM. Overweight, obesity, and health-related quality of life among adolescents: the national longitudinal study of adolescent health. Pediatrics. 2005; 115(2): 340-47.
- 9- Foster GD, Wadden TA, Makris AP, Davidson D, et al. Primary care physicians' attitudes about obesity and its treatment. Obesity Research. 2003; 11(10): 1168-77.
- 10- McCallister JW, Adkins EJ, O'Brien JM Jr. Obesity and acute lung injury. Clin Chest Med. 2009; 30 (3): 495-508.
- 11- Mancuso P. Obesity and lung inflammation. J Appl Physiol. 2010; 108: 722-728.
- 12- Sood A. Obesity, adipokines, and lung disease. J App Physiol. 2010; 108: 744-753.

- 13- Sood A, Ortiz-Cantillo, KA. Obesity and Pulmonary Dysfunction. *Chest*. 2008.
- 14- Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Lorino AM, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest*. 1993; 103: 1470-76.
- 15- Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol*. 2002; 28(3): s2-s82.
- 16- Pierce R. Spirometry: an essential clinical measurement. *Australian family physician*. 2005; 34(7): 535-39.
- 17- American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis*. 1991; 144: 1202-18.
- 18- Aurora P, Stocks J, Oliver C, Saunders C, et al. Quality control for spirometry in preschool children with and without lung disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004; 169: 1152-59.
- 19- Nève V, Edmé JL, Devos P, Deschildre A, et al. Spirometry in 3-5 years old children with asthma. *Pediatr Pulmonol*. 2006; 41:735-43.
- 20- Fuchs SI, Gappa M. Lung clearance index: clinical and research applications in children. *Paediatric Respiratory Reviews*. 2011; 12: 264-70.
- 21- Bourdin A, Paganin F, Préfaut C, Kieseler D, Godard P, Chanez P. Nitrogen washout slope in poorly controlled asthma. *Allergy*. 2006; 61: 85-89.
- 22- Gustaffson PM. Inert gas washout in preschool children. 2005; 6: 239-45.
- 23- Macleod KA, Horsley AR, Bell NJ, Greening AP, Innes JA, Cunningham S. Ventilation heterogeneity in children with well controlled asthma with normal spirometry indicates residual airway diseases. *Thorax*. 2009; 64: 33-37.
- 24- Veronez LF. A capnografia volumétrica na avaliação da doença pulmonar em pacientes com fibrose cística e pacientes bronquectásicos não fibrocísticos [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2010.
- 25- Schwardt JD, Gobran SR, Neufeld GR, Aukburg SJ, Scherer PW. Sensitivity of CO<sub>2</sub> washout to changes in acinar structure in a single-path model of lung airways. *Annals of Biomedical Engineering*. 1991; 19: 679-97.

- 26-Gravenstein JS, Paulus DA. Clinical perspectives. In: Gravenstein JS, Jaffe MB, Paulus DA. Capnography: Clinical aspects Carbon dioxide over time and volume. Cambridge University Press, Cambridge 2004. p.03-12.
- 27-ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166(1): 111-117.
- 28-Balke B. A simple field test for assessment of physical fitness. *Rep Civ Aeromed Res Inst US.* 1963; 1-8.
- 29-Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA.* 1968; 203: 201-204.
- 30- McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJR. Twelve-minute walk test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ.* 1976; 1: 822-823.
- 31-Butland RJA, Pang J, Gross ER, Woodcok AA, Gedes DM. Two, six, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *BMJ.* 1982; 284: 1607-08.
- 32-Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorrespiratory domain. *Chest.* 2001; 119: 256-70.
- 33- Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, et al. The six-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J.* 2011; 37(1): 150-156.
- 34- Li AM, Yin J, Au JT, So HK, et al. Standard references values for the six-minute walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 176: 174-180.
- 35-Geiger R, Strasak A, Tremel B, Gasser K. Six-Minute walk test in children and adolescents. *J Pediatr.* 2007; 150: 395-99.
- 36-Priesnitz CV, Rodrigues GH, Stumpf CS, Viapiana G, et al. Reference values for the 6-min walk test in healthy children aged 6-12 years. *Pediatr Pulmonol.* 2009; 44: 1174-79.
- 37-Oliveira AC. Equação de referência do teste de caminhada de seis minutos em crianças e adolescentes saudáveis [dissertação]. Belo Horizonte. Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.

- 38- Chuang ML, Lin, IF, Wasserman K. The body weight-walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak VO<sub>2</sub> in CPOD patients. *Respir Med.* 2001; 95: 618-626.
- 39-Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tiep B. 6-Minute Walk Work for assessment of functional capacity in patients with CPOD. *Chest.* 2003; 123: 1408-15.
- 40-Cunha MT, Rozov T, Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with Cystic Fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2006; 41: 618-622.
- 41-Poersch K. Associação entre o trabalho de caminhada de seis minutos e a capacidade aeróbia de pico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica [dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2009.
- 42-Butler P, Engelbrecht M, Major RE, Tait JH, Stallard J, Patrick JH. Physiological cost index of walking for normal children and its use as an indicator of physical handicap. *Devel Med Child Neurol.* 1984; 26(5): 607-612.
- 43-Graham RC, Smith NM, White CM. The reliability and validity of the physiological cost index in healthy subjects while walking on 2 different tracks. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86: 2041-46.
- 44-Ijzerman MJ, Nene AV. Feasibility of the physiological cost index as an outcome measure for the assessment of energy expenditure during walking. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83(12): 1777-82.
- 45-Danielsson A, Willén C, Sunnerhagen KS. Measurement of energy cost by the physiological cost index in walking after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88(10): 1298-303.
- 46-Raja K, Joseph B, Benjamin S, Minocha V, Rana B. Physiological cost index in cerebral palsy: its role in evaluating the efficiency of ambulation. *J Pediatr Orthop.* 2007; 27(2): 130-6.

- 47- Bar-Or O, Rowland TW. Physiologic and Perceptual Responses to Exercise in the Healthy Child. In: Pediatric Exercise Medicine – From Physiologic Principles to Health Care Application. Human Kinetics; 2004. p. 03-58.
- 48- Crespo CJ, Smit E, Troiano RP, Bartlett SJ, Macera CA, Andersen RE. Television watching, energy intake, and obesity in US children. Arch Pediatr Adolesc Med. 2001; 155: 360-365.
- 49- Viner RM, Segal TY, Lichtarowicz-Krynska E, Hindmarsh P. Prevalence of insulin resistance syndrome in obesity. Arch Dis Child. 2005; 90: 10-14.
- 50- Biro FM, Khoury P, Morrison JÁ. Influence of obesity on timing of puberty. Intern J Androl. 2006; 29: 272-277.
- 51- Wang Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the Association in American boys versus girls. Pediatrics. 2002; 110(5): 903-10.
- 52- Chen Y, Rennie D, Cormier Y, Dosman JA. Waist circumference associated with pulmonary function in children. Pediatr Pulmonol. 2009; 44: 216-21.
- 53- He QQ, Wong TW, Du L, Jiang ZQ, et al. Respiratory health in overweight and obese Chinese children. Pediatr Pulmonol. 2009; 44: 997-1002.
- 54- Lazarus R, Colditz G, Berkey CS, Speizer FE. Effects of body fat on ventilatory function in children: Cross-sectional findings from a random population sample of school children. Pediatr Pulmonol. 1997; 24:187-94.
- 55- Pekkarinen E, Vanninen E, Länsimies E, Kokkarinen J, Timonen KL. Relation between body composition, abdominal obesity and lung function. Clin Physiol Funct Imaging. 2012; 32(2):83-88.
- 56- Ülguer Z, Demir E, Tanaç R, Göksen D, et al. The effect of childhood obesity on respiratory function tests and airway hyperresponsiveness. The Turkish J of Pediatr. 2006; 48(1); 43-50.
- 57- Spathopoulos D, Paraskakis E, Trypsianis G, Tsalkidis A. The effect of obesity on pulmonary lung function of school aged children in Greece. Pediatr Pulmonol. 2009; 44: 273-80.
- 58- Eisenmann JC, Arnall DA, Kanuho V, Interpreter C, Coast JR. Obesity and pulmonary function in Navajo and Hopi children. Ethn Dis. 2007; 17: 14-18.

- 59- Boran P, Tocuk G, Pisgin B, Oktem S, Yegin Z, et al. Impact of obesity on ventilatory function. *J Pediatr*. 2007; 83(2): 171-76.
- 60- Gontijo PL, Lima TP, Costa TR, Reis EP, Cardoso FPF, Cavalcanti Neto FF. Correlação da espirometria com o teste de caminhada de seis minutos em eutróficos e obesos. *Rev Assoc Med Bras*. 2011; 57(4): 387-93.
- 61- Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol*. 2010; 108: 206-211.
- 62- Marcus CL, Curtis S, Koerner CB, Joffe A, Serwint JR, Loughlin GM. Evaluation of pulmonary function and polysomnography in obese children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 21: 176-183.
- 63- Li AM, Chan D, Yin J, Nelson EAS, Fok TF. The effects of obesity on pulmonary function. *Arch Dis Child*. 2003; 88: 361-363.
- 64- Becklake MR, Kauffmann F. Gender differences in airway behavior over the human lifespan. *Thorax*. 1999; 54(12):1119-38.
- 65- Böhm SH, Maisch S, Sandersleben AV, Thamm O, et al. The effects of lung recruitment on the phase III slope of volumetric capnography in morbid obese patients. *Anesth Analg*. 2009; 109: 151-59.
- 66- Ream RS, Schreiner MS, Neff JD, McRae KM, et al. Volumetric Capnography in children: Influence of growth on the alveolar plateau slope. *Anesthesiology*; 1995; 82(1): 64-73.
- 67- Moreira MM, Terzi RGG, Carvalho CHN, Neto AFO, Pereira MC, Paschoal IA. Alveolar dead space and capnographic variables before and after thrombolysis in patients with acute pulmonary embolism. *Vascular Health and Risk Management*. 2009; 5: 09-12.
- 68- Almeida CCB, Almeida-Júnior AA, Ribeiro MAGO, Silva MTN, Ribeiro JD. Volumetric Capnography to detect ventilation inhomogeneity in children and adolescents with controlled persistent asthma. *J Pediatr*. 2011; 87(2): 163-68.
- 69- Ribeiro MAGO. Uso da capnografia volumétrica associada a espirometria na identificação da disfunção pulmonar na fibrose cística [tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2010.

- 70-Veronez L, Moreira MM, Soares STP, Pereira MC, et al. Volumetric Capnography for the evaluation of pulmonary disease in adult patients with Cystic Fibrosis and Noncystic Fibrosis Bronchiectasis. *Lung*. 2010; 188: 263-268.
- 71-Romero PV, Lucangelo U, Lopez-Aguilar J, Fernandez R, Blanch L. Physiologically based indices of volumetric capnography in patients receiving mechanical ventilation. *European Respiratory Journal*. 1997; 10: 1309-15.
- 72-Kallet RH, Daniel BM, Garcia O, Matthay MA. Accuracy of physiologic dead space measurements in patients with acute respiratory distress syndrome using volumetric capnography: comparison with the metabolic monitor method. *Respiratory Care*. 2005; 50(4): 462-67.
- 73-Blanch LI, Lucangelo U, Lopez-Aguilar J, Fernandez R, Romero PV. Volumetric capnography in patients with acute lung injury. *European Respiratory Journal*. 1999; 13: 1048-54.
- 74-Almeida-Junior AA, Silva MTN, Almeida CCB, Ribeiro JD. Relationship between physiological deadspace/ tidal volume ratio and gas exchange in infants with acute bronchiolitis on invasive mechanical ventilation. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2007; 8(4): 372-377.
- 75-Verschuren F, Liistro G, Coffeng R, Thys F, et al. Volumetric capnography as a screening test for pulmonary embolism in the emergency department. *Chest*. 2004; 125(3): 841-50.
- 76-Romero PV, Rodriguez B, Oliveira D, Blanch L, Manresa F. Volumetric capnography and chronic obstructive pulmonary disease staging. *International Journal of COPD*. 2007; 2(3): 381-391.
- 77-Steiss JO, Rudloff S, Landmann E, Zimmer KP, Lindemann H. Capnovolumetry: a new tool for lung function testing in children with asthma. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2008; 28: 332-336.
- 78-Tusman G, Gogniat E, Bohm SH, Scandurra A, et al. Reference values for volumetric capnography-derived non-invasive parameters in healthy individuals. *J Clin Monit Comput*. 2013; 27(3): 281-288.

- 79-Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int*. 2008; 13(2): 84-93.
- 80-Berriault K, Carpentier AC, Gagnon C, Ménard J, et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med*. 2009; 30: 725-727.
- 81-Morinder G, Mattsson E, Sollander C, Marcus C, Larsson UE. Six-minute walk test in obese children and adolescents: reproducibility and validity. *Physiother Res Int*. 2009; 14(2): 91-104.
- 82-Elloumi M, Makni E, Ounis OB, Moalla W, et al. Six-minute walking test and the assessment of cardiorespiratory responses during weight-loss programmes in obese children. *Physiother Res Int*. 2011; 16(1): 32-42.
- 83-Rastogi D, Khan UI, Isasi CR, Coupey SM. Associations of obesity and asthma with functional capacity in urban minority adolescents. *Pediatric Pulmonology*. 2012: 1061-69.
- 84-Calders P, Deforche B, Verschelde S, Bouckaert J, et al. Predictors of 6-minute walk test and 12-minute walk/run test in obese children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 2008; 167: 563-568.
- 85-Meniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, et al. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obesity Surgery*. 2006; 16: 836-41.
- 86-Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, et al. 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. *Chest*. 2003; 123(5): 1408-15.
- 87-Chuang ML, Lin LF, Wasserman K. The body weight- walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak VO<sub>2</sub> in COPD patients. *Respiratory Medicine*. 2001; 95: 618-626.
- 88-Poersch K. Associação entre o trabalho de caminhada de seis minutos e a capacidade aeróbia de pico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica [tese]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2009.

- 89-MacGregor J. The objective measurement of physical performance with long-term ambulatory physiological surveillance equipment. In: Proceedings of 3<sup>rd</sup> international symposium on ambulatory monitoring. London Academic Pr; 1979. p29-39.
- 90-Graham RC, Smith NM, White CM. The reliability and validity of physiological cost index in healthy subjects while walking on 2 different tracks. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86(10): 2041-46.
- 91-Bailey MJ, Ratcliffe CM. Reliability of physiological cost index measurements in walking in normal subjects using steady-state, non-steady state and post exercise heart rate recording. Physiotherapy. 1995; 81(10): 618-23.
- 92-Raja K, Joseph B, Bejanmin S, Minocha V, Rana B. Physiological cost index in cerebral palsy. Its role evaluating the efficiency of ambulation. J Pediatr Orthop. 2007; 27(2): 130-136.
- 93-Ijzerman MJ, Nene AV. Feasibility of the physiological cost index as an outcome measure for the assessment of energy expenditure during walking. Arch Phys Med Rehabil. 2002; 83(12): 1777-82.
- 94-Danielsson A, Willén C, Sunnerhagen KS. Measurement of energy cost by the physiological cost index in walking after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2007; 88(10): 1298-303.
- 95- Nelson MC, Neumark-Stzainer D, Hannan PJ, Sirard JR, Story M. Longitudinal and secular trends in physical activity and sedentary behavior during adolescence. Pediatrics. 2006; 118(6): 1627-34
- 96-Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR, Daniels SR, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. The Journal of Pediatrics.2005; 143: 732-37.



**ANEXOS**



## IX- Anexos

---

### Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FCM/UNICAMP



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

[www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html](http://www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html)

CEP, 09/02/10  
(Grupo III)

**PARECER CEP:** Nº 1165/2009 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)  
**CAAE:** 0904.0.146.000-09

#### I - IDENTIFICAÇÃO:

**PROJETO:** “AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA E DA PERFORMANCE DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS”.

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Mariana Simões Ferreira

**INSTITUIÇÃO:** Hospital das Clínicas/UNICAMP

**APRESENTAÇÃO AO CEP:** 03/12/2009

**APRESENTAR RELATÓRIO EM:** 09/02/11 (O formulário encontra-se no *site* acima)

#### II - OBJETIVOS

Avaliar a função cardiorespiratória de pacientes obesos de 7 a 16 anos que freqüentem a Ambulatório de Obesidade na Criança e Adolescente do HC/UNICAMP.

#### III - SUMÁRIO

Serão avaliados todos os participantes do Ambulatório de obesidade que se enquadrem nos critérios de inclusão. Serão submetidos a um questionário e provas de medidas objetivas, testes de capacidade pulmonar, ergométrico, medidas de calorimetria indireta, medidas antropométricas e um cálculo estatístico a ser escolhido dependendo dos dados.

#### IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

#### V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.



## VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

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

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

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

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

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

## VII- DATA DA REUNIÃO

Homologado na I Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 19 de janeiro de 2010.

**Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner**  
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
FCM/UNICAMP



CEP, 27/04/10.  
(PARECER CEP: Nº 1165/2009)

## PARECER

### I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA E DA PERFORMANCE DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Mariana Simões Ferreira

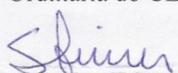
### II - PARECER DO CEP.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP tomou ciência e aprovou o adendo que inclui a Captografia Volumétrica, a Espirométrica pré e pós broncodilatador, a Avaliação do Desenvolvimento Puberal e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, referente ao protocolo de pesquisa supracitado.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

### III – DATA DA REUNIÃO.

Homologado na IV Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 27 de abril de 2010.

  
**Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner**  
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
FCM / UNICAMP

## Anexo 2- Termo de consentimento livre e esclarecido



### Universidade Estadual de Campinas

Consentimento Formal da Participação no Estudo Intitulado:

*“AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO E MECÂNICA RESPIRATÓRIA E DODESEMPENHO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS”*

Responsáveis: Mariana Simões Ferreira

Prof. Dr. Roberto Teixeira Mendes

Prof. Dr. José Dirceu Ribeiro

Eu, \_\_\_\_\_, portadora do RG nº \_\_\_\_\_, residente à \_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_ na cidade de \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_, responsável pelo menor \_\_\_\_\_

declaro que concordo em participar, voluntariamente, na pesquisa conduzida pela aluna responsável e pelos respectivos orientadores.

**Objetivo do Estudo:** O objetivo desse trabalho é avaliar a função cardiorrespiratória de pacientes obesos de 05 a 17 anos, que frequentem o ambulatório de obesidade na criança e adolescente do HC/Unicamp, na cidade de Campinas, São Paulo.

**Justificativa:** A obesidade corresponde ao problema nutricional mais comum em crianças nos países desenvolvidos, sendo que estimativas mostram que a prevalência de obesidade infantil triplicou desde 1970. Isso gera grande preocupação, pois, a obesidade tende a persistir pela adolescência e vida adulta, acarretando problemas de saúde física e mental cada vez mais cedo. (NADER et al, 2006)

**Explicação do Procedimento:** O projeto prevê a realização de uma avaliação fisioterapêutica a qual deverá ser agendada com o paciente e será realizada no Ambulatório de Obesidade na

criança e no adolescente e no Laboratório de Função Pulmonar do Centro de Investigações em Pediatria da Universidade Estadual de Campinas. Será realizada a avaliação cardiorrespiratória dos pacientes por meio do TC6, espirometria pré e pós broncodilatador, manuvacuometria, pico de fluxo expiratório, relação cintura/quadril, cirtometria de tórax, peso corporal, índice de massa corpórea, pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação de oxigênio e capnografia volumétrica todos explicados previamente aos pacientes.

**Possíveis Benefícios:** Este estudo possibilitará o levantamento de dados que possam indicar as condições cardiorrespiratórias dos participantes. A partir da análise dos dados encontrados nas avaliações pretende-se nortear o tratamento da obesidade infantil.

**Desconforto e Risco:** Fui informado (a) que este experimento não trará nenhum tipo de desconforto ou risco à saúde da criança sob minha responsabilidade e que sua identidade será mantida em sigilo absoluto.

**Seguro de Saúde ou Vida:** Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro saúde ou de vida que possa vir me beneficiar em função da minha participação nesse estudo.

**Liberdade de Participação:** A participação nesse estudo é voluntária. É meu direito interromper minha participação a qualquer momento sem que isso incorra em qualquer penalidade ou prejuízo à minha pessoa. Também entendo que o pesquisador tem o direito de me excluir deste experimento no caso de conduta inadequada durante o período de avaliação e intervenção.

**Sigilo de Identidade:** As informações obtidas nesta pesquisa não serão de maneira alguma associadas à minha identidade e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem minha autorização oficial. Estas informações poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde fiquem resguardados minha total privacidade e meu anonimato.

Os responsáveis pelo estudo me explicaram todos os riscos envolvidos, a necessidade da pesquisa e se prontificaram todas as minhas questões sobre o experimento. Eu aceitei participar deste estudo de livre e espontânea vontade.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome por Extenso

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Voluntário (a)

**Certos de poder contar com a sua autorização, colocamo-nos a disposição para esclarecimento através da aluna Mariana Simões Ferreira pelo telefone: (19)92616035, email: mariana-simoes@uol.com.br.**

## Anexo 3 – Ficha de avaliação



Universidade Estadual de Campinas

### Ficha de Avaliação - Fisioterapia

#### DADOS PESSOAIS

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ HC: \_\_\_\_\_

Escolaridade:

Analfabeto

Ensino Fundamental Incompleto  Ensino Fundamental Completo

Ensino Médio Incompleto

Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Data da Avaliação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Etnia:  Branca  Negra  Parda  Oriental

#### ANAMNESE

1. Realiza exercícios físicos?

Sim – Que tipo de exercícios, quanto tempo por dia e quantas vezes por semana.

---

---

---

Não – Qual Motivo.

---

---

---

2. Realiza Educação Física na escola?

( ) Sim – Quantas vezes na semana e por quanto tempo ao dia e descrever as atividades realizadas.

---

---

---

---

( ) Não – Qual Motivo.

---

---

---

3. Gosta de fazer exercícios físicos?

( ) Sim – Descrever os tipos de exercício (as vezes um jogo ou modalidade esportiva).

---

---

( ) Não – Descrever o motivo.

---

---

4. Qual meio de locomoção para a escola? – Descrever quanto tempo ele leva de sua casa até a escola se ele utilizar uma bicicleta ou for a pé.

---

---

5. Doenças Associadas

---

---

Observações:

---

---

---

## EXAME FÍSICO

FC (repouso) \_\_\_\_\_ bpm      FR \_\_\_\_\_ rpm

SpO<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

Pressão Arterial: Supino \_\_\_\_\_ mmHg      Sentado \_\_\_\_\_ mmHg

Em pé \_\_\_\_\_ mmHg

Avaliação do IMC (peso/altura<sup>2</sup>)

Peso (Kg) \_\_\_\_\_      Altura (m) \_\_\_\_\_      IMC \_\_\_\_\_      Classificação:

---

Avaliação da relação circunferência abdome-quadril - W/h

Circunferência abdome: \_\_\_\_\_ cm      Circunferência quadril: \_\_\_\_\_ cm

W/h: \_\_\_\_\_

## TESTES ESPECÍFICOS

### MANUVACUÔMETRO

PI<sub>máx</sub> (VR) \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O

PE<sub>máx</sub> (CPT) \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O

PICO DE FLUXO: \_\_\_\_\_ L/min  
 \_\_\_\_\_ L/min  
 \_\_\_\_\_ L/min

SINAIS DE DESCONFORTO REPIRATÓRIO:

Cianose     RF     TSC     TIC

BAN     Dispneia

CIRTOMETRIA DE TÓRAX

	Axilar	Xifóide	Diafragmático
Inspiração normal			
Expiração normal			
Inspiração forçada			
Expiração forçada			

ESPIROMETRIA

	Pré BD	% Pré BD	Pós BD	% Pós BD
CVF				
VEF1				
VEF1/CVF				
FEF25%				
FEF50%				
FEF75%				
FEF25-75%				
FEFmax				
VRE				

CAPNOGRAFIA VOLUMÉTRICA

VM	VMalv	VC	VCalv	VD	VD/VT	VCO <sub>2</sub>	EtCO <sub>2</sub>
TI	TE	Slp2	Slp3	Slp2/Ve	Slp3/Ve	SpO <sub>2</sub>	FR

TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS

Data: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Kg Altura: \_\_\_\_\_ cm DN: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino Medicações utilizadas: \_\_\_\_\_

TESTE 1 - Horário: \_\_\_\_\_ DP: \_\_\_\_\_ m

MEDIDAS	REPOUSO	6º MIN	9º MIN
PA			
FC			
FR			
SpO <sub>2</sub>			
BORGD			
BORGMMII			
EVAD			
EVAMMII			

Frases de incentivo:

1º minuto: “Você está indo bem. Restam 5 minutos?”.

2ª minuto: “Mantenha o bom trabalho. Faltam 4 minutos”.

3º minuto: “Você está indo bem. Já foi percorrido metade do trajeto”.

4ª minuto: “Mantenha o bom trabalho. Faltam apenas 2 minutos”.

5º minuto: “Você está indo bem. Falta apenas 1 minuto para acabar”.

Observações durante o teste:

---

---

TESTE 2 - Horário: \_\_\_\_\_ DP: \_\_\_\_\_ m

MEDIDAS	REPOUSO	6º MIN	9º MIN
PA			
FC			
FR			
SpO <sub>2</sub>			
BORGD			
BORGMMII			
EVAD			
EVAMMII			

Frases de incentivo:

1º minuto: “Você está indo bem. Restam 5 minutos”.

2ª minuto: “Mantenha o bom trabalho. Faltam 4 minutos”.

3º minuto: “Você está indo bem. Já foi percorrido metade do trajeto”.

4ª minuto: “Mantenha o bom trabalho. Faltam apenas 2 minutos”.

5º minuto: “Você está indo bem. Falta apenas 1 minuto para acabar”.

Observações durante o teste:

---

---

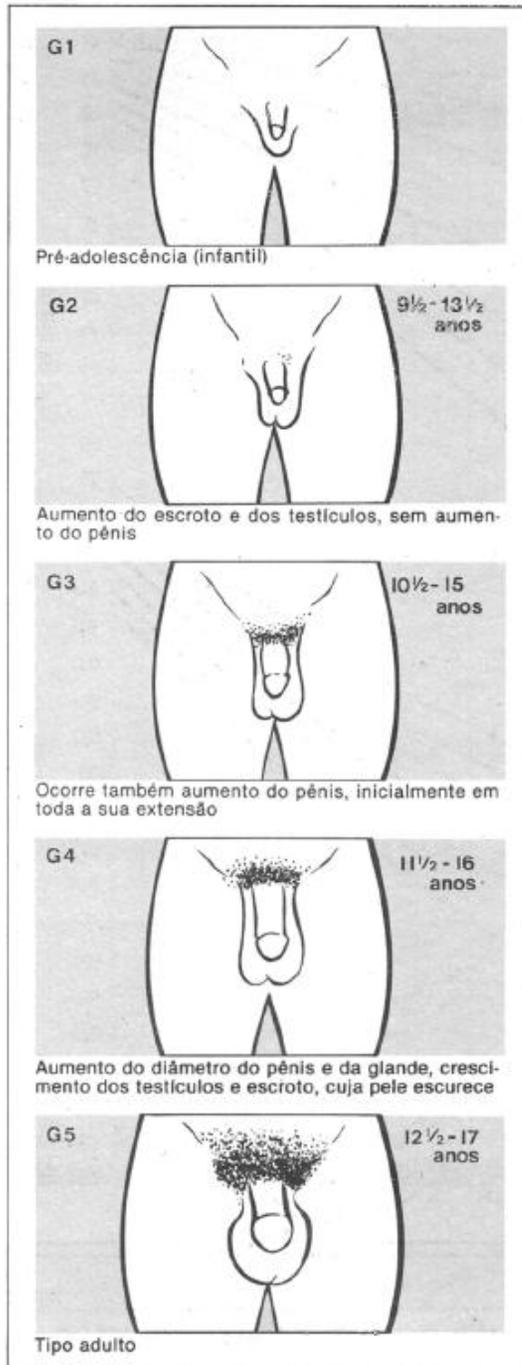
---

**Fisioterapeuta responsável pela avaliação**

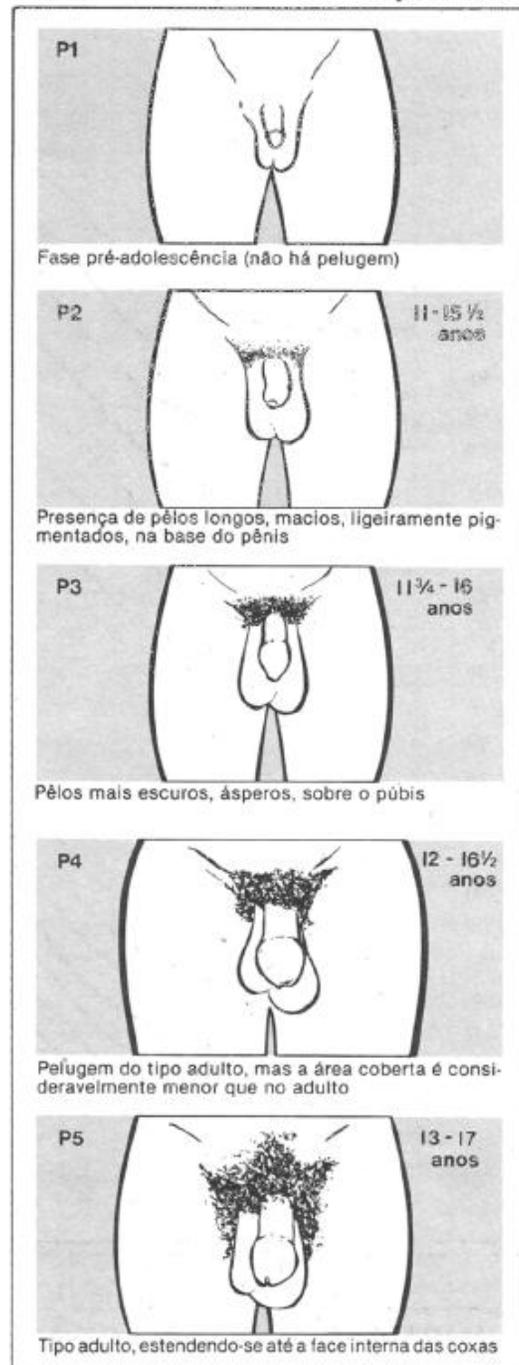
## Anexo 4 – Avaliação do Desenvolvimento Puberal

### Desenvolvimento Puberal Masculino Critérios de Tanner

#### Genitália



#### Pêlos pubianos

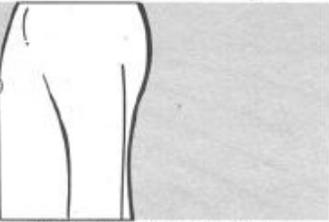


# Desenvolvimento Puberal Feminino

## Crítérios de Tanner

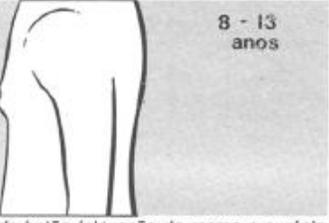
### Mamas

**M1**



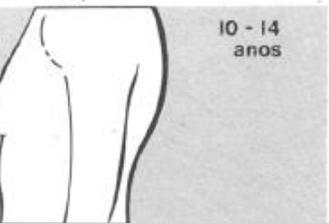
Fase pré-adolescência (elevação das papilas)

**M2** 8 - 13 anos



Mamas em fase de botão (elevação da mama e auréola como pequeno montículo)

**M3** 10 - 14 anos



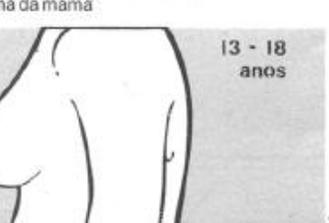
Maior aumento da mama, sem separação dos contornos

**M4** 11 - 15 anos



Projeção da auréola e das papilas para formar montículo secundário por cima da mama

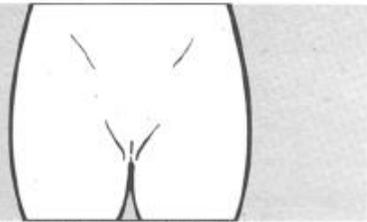
**M5** 13 - 18 anos



Fase adulta, com saliência somente das papilas

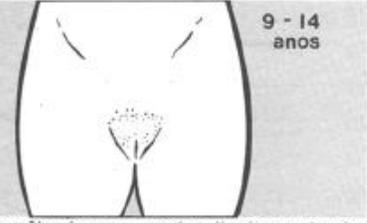
### Pêlos pubianos

**P1**



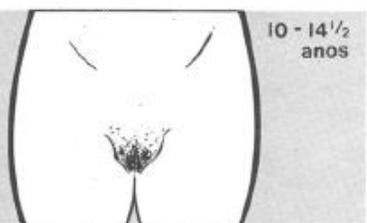
Fase pré-adolescência (não há pelugem)

**P2** 9 - 14 anos



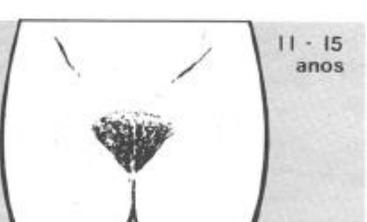
Presença de pêlos longos, macios, ligeiramente pigmentados, ao longo dos grandes lábios

**P3** 10 - 14 1/2 anos



Pêlos mais escuros, ásperos, sobre o púbis

**P4** 11 - 15 anos



Pelugem do tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto

**P5** 12 - 16 1/2 anos



Pelugem tipo adulto, cobrindo todo o púbis e a virilha

11a 5m  
↑  
M  
E  
N  
A  
R  
C  
A  
↓  
15a 0m





## Anexo 6 – Certificado de Exame de Qualificação



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA  
CRIANÇA E DO ADOLESCENTE



### CERTIFICADO

Certificamos que a aluna, **Mariana Simões Ferreira**, RA: 107089, regularmente matriculada no Curso de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente submeteu-se ao Exame de Qualificação para o **Mestrado** com trabalho intitulado “**O Baixo Condicionamento Físico Está Associado ao Comprometimento da Função Pulmonar de Crianças e Adolescentes Obesos?**”, tendo sido aprovada. A Banca Examinadora foi composta pelos professores doutores: Prof. Dr. José Dirceu Ribeiro, presidente e orientador, Profa. Dra. Adyléia Aparecida Dalbo Contrera Toro e Profa. Dra. Mariana Porto Zambon.

Cidade Universitária “Zeferino Vaz”  
15 de maio de 2013

  
**Profa. Dra. Lídia Freire Rodrigues de Souza Li**

COORDENADORA DA COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE  
FCM/UNICAMP

**Anexo 7 – Comprovantes de atividades científicas obtidos durante o mestrado**

EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY

 **ERS AMSTERDAM 2011**

ANNUAL CONGRESS netherlands, 24-28 september

ERS Headquarters 4, Avenue Ste-Luce CH 1003 Lausanne Switzerland  
T +41 21 213 01 01 F +41 21 213 01 00 E info@ersnet.org W ersnet.org

## CERTIFICATE OF ATTENDANCE

**Mariana Ferreira**

has attended the

**European Respiratory Society Annual Congress**

in Amsterdam, The Netherlands, 24 - 28 September 2011



*Prof. Elisabeth Bel*  
*Congress Chair*



*Prof. Peter Sterk*  
*Congress Co-Chair*

NUMBER 38 / SUPPLEMENT 55 / SEPTEMBER 2011

# EUROPEAN RESPIRATORY *journal*

OFFICIAL SCIENTIFIC JOURNAL OF THE ERS

*Abstracts / 21<sup>st</sup> Annual Congress*  
Amsterdam, The Netherlands 24–28 September 2011



**ERS** EUROPEAN  
RESPIRATORY  
SOCIETY  
**every breath counts**

SUNDAY, SEPTEMBER 25TH 2011

the Grocery Shelving Task (GST). Validity studies were of fair to good quality, whereas reliability studies were of poor quality.

**Conclusions:** Arm ergometry may be best for measuring peak arm exercise capacity and endurance during supported exercises, while the UULEX, 6PBRT and GST may better reflect ADL and should be the tests of choice to measure peak unsupported arm exercise capacity (UULEX) and arm function (6PBRT and GST).

#### P1258

##### Work of walking in cystic fibrosis

Zeynep Aribas<sup>1</sup>, Sema Savci<sup>2</sup>, Ilker Yatar<sup>1</sup>, Melda Saglam<sup>1</sup>, Hulya Arkan<sup>1</sup>, Deniz Inal-Ince<sup>1</sup>, Naciye Vardar-Yagli<sup>1</sup>, Meral Bosnak-Guclu<sup>3</sup>, Ebru Yalcin<sup>4</sup>.  
<sup>1</sup>Physiotherapy and Rehabilitation, Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Ankara, Turkey; <sup>2</sup>School of Physiotherapy and Rehabilitation, Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey; <sup>3</sup>Physiotherapy and Rehabilitation, Gazi University, Faculty of Health Sciences, Ankara, Turkey; <sup>4</sup>Pediatric Pulmonology, Hacettepe University, Faculty of Medicine, Ankara, Turkey

**Aim:** The work of walking (WOW) can be a better outcome measure of functional capacity. The aims of this study were to compare WOW between patients with cystic fibrosis (CF) and healthy controls, and to determine the factors affecting WOW during 6-minute walk (6MWT) in patients with mild cystic fibrosis.

**Materials and methods:** Twenty-five mild CF patients (FEV1 88.6±19.2%, 12.6±3.3 years) and 20 healthy subjects (13.8±4.5 years) participated in this study. 6MWT was performed, and WOW calculated as body weight×6MWT distance. Peripheral muscle strength (knee extensors, shoulder flexors, hand grip) were assessed using a dynamometer. Inspiratory and expiratory muscle strength (MIP and MEP) were determined with a mouth pressure device. Fat free mass percent (%FFM) was assessed using skinfold method. Health status were determined with Childhood Health Assessment Questionnaire (CHAQ).

**Results:** Lung function, WOW, and quadriceps muscle strength were significantly lower in CF patients as compared to healthy subjects (p<0.05). The WOW in 6MWT was significantly related with knee extensor strength (r=0.71), shoulder flexor strength (r=0.65), hand grip strength (r=0.78), MIP (r=0.52), MEP (r=0.64), %FFM (r=-0.38), CHAQ activities of daily living (r=-0.56) and total scores (r=-0.47, p<0.05). Quadriceps muscle strength and MEP explained 82% variance in WOW in 6MWT.

**Conclusion:** Quadriceps muscle strength and WOW decrease in mild CF patients. The WOW performed during a functional capacity test is related to peripheral and respiratory muscle strength, health status, and body composition in CF. Quadriceps muscle strength and MEP are the independent factors determining WOW in CF patients. The work of walking can be used as outcome measure in these patients.

#### P1259

##### Six minute walk test in obese children and adolescents

Mariana Simoes Ferreira, Roberto Teixeira Mendes, Maria Angela G. de O Ribeiro, Jose Dirceu Ribeiro. *Pediatrics, Center for Investigation in Pediatrics, LAFIP/CIPED, State University of Campinas Medical School, Unicamp, Campinas, Sao Paulo, Brazil*

**Background:** Six minute walk test (6MWT) is an accessible tool to evaluate the submaximal physical capacity. There are few studies that evaluate the 6MWT in obese children and adolescents.

**Aim:** To compare the performance of obese and healthy children and adolescents in the 6MWT analyzing the walked distance (WD), the work (W) and the physiological cost.

**Method:** Comparative, analytical and cross sectional study including, eighty four subjects (28 obese and 56 eutrophic) with age between 5.7 and 16.8 years. Obesity was defined according to CDC standards (IMC≥p95). Subjects with respiratory diseases were excluded. The 6MWT followed the ATS guidelines.

**Results:** The obese subjects walked a significantly shorter distance than the eutrophic subjects in the 6MWT (p=0.00). The W (W=body weight X WD) in the obese group was significantly higher than the healthy group (p=0.00). There were not differences between the groups in the PC (PC=ΔHeart Rate/Median Velocity). Mann-Whitney test was used to compare the groups.

**Conclusion:** The worse performance in the obese group must be associated to a limitation in the physiological mechanisms involved in the exercise and the excessive charge that difficult the performance. It is necessary more studies in order to define the limiting mechanisms in the physical performance in obese children and adolescents during the walking.

#### P1260

##### An adaptation of Chester step test for use in patients with COPD

Simone Dal Corso, Carlos Henrique Silva de Andrade, Anderson Alves de Camargo, Carla Malaguti. *Rehabilitation Sciences, Nove de Julho University, Sao Paulo, Brazil*

The work rate increment during Chester step test (CST) could limit its use in patients with COPD who present a wide range of exercise tolerance at similar levels of pulmonary impairment.

**Objective:** To compare exercise tolerance time, cardiopulmonary stress, and perception of effort between CST and a modified incremental step test (MIST).

**Methods:** Thirty-two patients with COPD (FEV<sub>1</sub>: 50±15% of predicted) underwent the CST and MIST at the same day, an hour apart, on a single step (20 cm of high). Both tests were externally paced by sonorous stimulus previously recorded on a CD. CST started with a rhythm of 15 steps/minute and increments of five steps were performed every two minutes, with a total time of ten minutes. MIST started with 10 steps/minute and increments of one step every 30 seconds until the limit of tolerance.

**Results:** CST had shorter duration than MIST (4±2 min vs 6±3 min, respectively; P < 0.05) and also lower total number of steps (77±51 vs 103±60, P < 0.05). However, similar cardiopulmonary responses were observed at peak: VO<sub>2</sub> (1.22±0.59 L/min vs 1.24±0.55 L/min), VE/MVV (0.63±0.14 vs 0.61±0.14), HR (86±13% vs 85±13%) and SpO<sub>2</sub> (87±7% vs 87±6%). Dyspnoea and leg fatigue did not differ between tests.

**Conclusion:** Although a slower work rate increment during MIST has determined a higher exercise tolerance, cardiopulmonary stress and perceived exertion at peak exercise were equivalent between CST and MIST.

#### P1261

##### Stepping determines greater oxygen desaturation than cycling in patients with COPD

Simone Dal Corso<sup>1</sup>, Carla Malaguti<sup>1</sup>, Anderson Alves de Camargo<sup>1</sup>, Anderson Jose<sup>1</sup>, Luiz Eduardo Nery<sup>2</sup>. *<sup>1</sup>Rehabilitation Sciences, Nove de Julho University, São Paulo, Brazil; <sup>2</sup>Division of Respiratory Diseases, Federal University of São Paulo, São Paulo, Brazil*

**Background:** It has been shown that walking is more sensitive to detect exercise-induced desaturation than cycling in patients with COPD. However, it is unknown whether the same phenomenon occurs between stepping and cycling.

**Objective:** To compare exercise-induced desaturation and metabolic and ventilatory adaptations during stepping and cycling.

**Methods:** Twenty-one patients with COPD (FEV<sub>1</sub>: 47±13% predicted) underwent, on different days, the maximal cardiopulmonary exercise testing (CPET) and incremental step test (IST) performed on a cycle ergometer and a 20-cm bench, respectively. During CEPT, the work rate (WR) was continuously increased (5–15 W.min<sup>-1</sup>). IST started with 10 steps/minute and increments of one step every 30 seconds until the tolerance limit. Pulse oximetric saturation (SpO<sub>2</sub>) was recorded every minute in both tests and desaturation was considered a fall ≥ 4% from resting SpO<sub>2</sub>.

**Results:** IST induced a higher desaturation compared to CEPT (-6±4.5% vs -3±3%). Seven patients presented desaturation at IST but not at CPET while two patients showed the opposite. Desaturation in both tests and non desaturation in either tests were observed in five and seven patients, respectively. Among the metabolic and ventilatory variables measured at peak exercise, higher oxygen uptake and lower ventilatory equivalent for oxygen were observed for IST as compared with CEPT (1.3±0.4 L/min vs 1.2±0.4 L/min and 33.5±7.4 vs 36.3±7.8; P < 0.05).

**Conclusion:** The desaturation was detected only during IST in 33% of patients. VO<sub>2</sub> peak is higher, ventilatory demand is lower and desaturation more pronounced during stepping than cycling.

#### P1262

##### Quality of life and functional capacity in heart failure patients

Ivan Nogueira<sup>1</sup>, Ingrid Azevedo<sup>1</sup>, Patricia Nogueira<sup>1</sup>, Denise Servantes<sup>2</sup>, Fabricia da Costa<sup>1</sup>, Japy Filho<sup>2</sup>. *<sup>1</sup>Physiotherapy Department, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brazil; <sup>2</sup>Physiotherapy Department, Universidade Federal de Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil*

**Introduction:** Patients with heart failure (HF) show a progressive disability and decline in quality of life, both related to dyspnea and fatigue. Thus, there is a growing interest in measuring quality of life (QoL), either with generic instruments, such as the 36-item Short-Form Health Survey (SF-36), or with specific ones, such as the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ).

**Objective:** This study aimed to investigate which QoL questionnaire, SF-36 or MLHFQ, best expresses the functional capacity in HF.

**Methods:** We used the SF-36 and MLHFQ for assessment of QoL. For assessment of functional capacity, we used the cardiopulmonary test, on a treadmill, using the Weber protocol, and the distance walked during the six-minute walk test (6MWT).

**Results:** 46 patients diagnosed with HF (22 men, mean age 52 years), Class II and III of the New York Heart Association. We observed a significant correlation between the physical and emotional domains of the SF-36 and VE/VCO<sub>2</sub> peak (r = -0.3, p < 0.05) and the distance walked in 6MWT (r = 0.4, p < 0.05), respectively. We also observed significant correlations of total score MLHFQ with peak VO<sub>2</sub> (r = 0.5, p < 0.05), anaerobic threshold (r = 0.4, p < 0.05) and distance on the 6MWT (r = 0.5, p < 0.05).

**Conclusion:** The MLHFQ had higher correlation values when considering the variables of cardiopulmonary exercise testing and the distance walked in 6MWT compared to the generic instrument for assessing quality of life, the SF-36.



ERS

EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY

ANNUAL CONGRESS 2013

BARCELONA spain, 7-11 september

## CERTIFICATE OF ATTENDANCE

**Mariana Ferreira**

has attended the

**European Respiratory Society Annual Congress**

in Barcelona, Spain, 7 - 11 September 2013

*Joaquim Gea  
Congress Chair*

*Judith Garcia Aymerich  
Congress Co-Chair*

VOLUME 42 / SUPPLEMENT 57 / SEPTEMBER 2013

# EUROPEAN RESPIRATORY *journal*

OFFICIAL SCIENTIFIC JOURNAL OF THE ERS

*Abstracts / 23rd Annual Congress*  
Barcelona, Spain 7–11 September 2013



ERS

EUROPEAN  
RESPIRATORY  
SOCIETY

SUNDAY, SEPTEMBER 8TH 2013

**Conclusion**

This study is the first to demonstrate an improvement in LCI following intramuscular triamcinolone. FEV1 did not improve in this group and LCI correlated poorly with markers of inflammation.

**P1099**

**Comparing analysis software versions in infant multiple breath washout**  
 Anne-Marie Ebdon<sup>1,2,3</sup>, Billy Skoric<sup>2</sup>, Colin Robertson<sup>1,2,3</sup>, Sarah Ranganathan<sup>1,2,3</sup>.

<sup>1</sup>Respiratory Medicine, Royal Children's Hospital, Melbourne, Victoria, Australia; <sup>2</sup>Infection and Immunity, Murdoch Childrens Research Institute, Melbourne, Australia; <sup>3</sup>Department of Paediatrics, University of Melbourne, Melbourne, Australia

**Background:** An elevated functional residual capacity (FRC) measured in infants with cystic fibrosis may help identify gas-trapping, frequently identified on chest computed tomography in this population.

**Aims:** To examine the difference in values for FRC and LCI (lung clearance index) measured by multiple breath washout, analysed using 2 different versions of a commercially available software package.

**Methods:** Infant lung function was performed at 3 months, 1 year and 2 years of age under sedation with chloral hydrate. Both FRC and LCI were measured using 4% sulphur hexafluoride (Exhalizer® D, Eco Medics, Switzerland). Data were acquired using Spiroware Wbreath and analysed using both versions 3.19 and 3.28 (Ndd Medizintechnik AG).

**Results:** 34 infants of mean age 14.9 months (range 3.0-26.5 months) were tested. Using v3.19 the mean (SD) FRC was 20.9 (4.8) ml/kg, coefficient of variation (CV) 4.2%. Using v3.28 the FRC was 22.7 (4.5) ml/kg, CV 3.5%. The mean (SD) difference between the FRC measurements (v3.28-v3.19) was 1.8 (2.1) ml/kg. In most subjects agreement was within  $\pm 2$ SD but in 3/34 agreement for FRC was outside the limits of agreement ( $>2$ SD). The mean (SD) difference between the LCI measurements (v3.28-v3.19) was -0.12 (0.3) and in 2/34 subjects agreement was outside the limits of agreement ( $>2$ SD).

**Conclusion:** Variability in FRC and LCI values arise when using different versions of the same analysis software package and requires consideration when inter-centre comparisons are made.

**P1100**

**Volumetric capnography (VC) as a complementary tool in lung function evaluation in obese children and adolescents**

Mariana Ferreira, Roberto Mendes, Maria Angela Ribeiro, Mariana Zambon, José Dirceu Ribeiro.

Department of Pediatrics, State University of Campinas Medical School, Campinas, Sao Paulo, Brazil

**Introduction:** Effects of obesity on lung function are not clear in children and adolescents.

**Aim:** To compare the lung function in an obese group (OG) versus a control group of healthy subjects (HG) using Spirometry and VC.

**Methods:** Cross-sectional study including 77 subjects (38 OG and 39 HG) aged between 5.56 and 16.34 years. The subjects performed Spirometry (ERS/ATS) and VC.

**Results:** OG had a significantly higher forced vital capacity (FVC) ( $p=0.03$ ), lower Tiffenau rate ( $p=0.00$ ) and lower forced expiratory flow 25%-75% (FEF25-75) ( $p=0.00$ ). About 36.80% of the OG showed flow obstruction. There were no differences between the groups on forced expiratory volume in 1 second (FEV1). The VC data showing significant differences between OG and HG are shown on table 1.

Table 1: VC variables statistically different between the groups.

	OG	HG
	Mean±SD	Mean±SD
V <sub>M</sub> Alv(L)	7.33±2.31	6.40±2.22
V <sub>T</sub> (mL)	531.79±269.26	433.42±181.74
V <sub>T</sub> Alv(mL)	458.07±273.06	347.32±166.33
VD/VT	0.20±0.05	0.23±0.06
VCO <sub>2</sub> (mL)	255.34±57.68	217.29±56.91
Slp <sub>3</sub> /Ve	0.44±0.05	0.08±0.08

V<sub>M</sub>Alv=Alveolar minute volume; V<sub>T</sub>=Tidal volume; V<sub>T</sub>Alv=Alveolar tidal volume; VD/VT=Dead space volume/Tidal volume ratio; VCO<sub>2</sub>=Carbon dioxide volume and Slp<sub>3</sub>/Ve=Phase 3 Slope normalized for the expiratory volume.

**Conclusions:** Spirometry and VC detected differences between the groups. The OG reduction in FEF25-75 reflects an obstruction by the flows. Higher values of FVC and pulmonary volumes may represent an adaptation to the increased ventilatory demand due to excessive body mass and airway obstruction. The reduction in Slp<sub>3</sub>/Ve indicates that despite the damages mentioned, there are no changes in ventilation homogeneity. More studies are required to confirm the results.

**P1101**

**Cardiopulmonary assessment in overweight/obesity children with asthma**

Ilaria Ernesti, Giancarlo Tancredi, Flaminia Bardanzellu, Gisele Castagna, Valentina De Vittori, Maria Palma Carbone, Marzia Duse.

Department of Pediatrics, Policlinico Umberto I, Rome, Italy

**Introduction:** Overweight/obesity has been suggested as a risk factor for developing asthma since they are often associated with a reduced lung function. **Aims and objectives:** to assess the influence of Body Mass Index (BMI) and asthma on cardiopulmonary function in a cohort of children.

**Methods:** we selected 435 subjects (73.3% boys, mean age 12.5 ± 2.5). All subject underwent a cardiopulmonary exercise test to measure maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max).

BMI was calculated as body weight (Kg) /height (m<sup>2</sup>). BMI percentile for age and sex was determined according to the national cross-sectional growth charts. According to BMI percentiles children were classified as underweight if <5th percentile, as normal weight (N) if between the 5th and the 85th percentile, as overweight (OV) if between the 85th and the 95th percentile and as obese (OB) if >95th percentile. Underweight patients were excluded from the study.

**Results:** overall 415 patients were included in the study. Asthma was reported in 197(47.5%) children: 133 (67.5%) with normal weight, 37(18.8%) were overweight and 27(13.7%) were obese. Non asthmatic children were 218(52.5%): 172(78.9%) N, 26(11.9%) OV, 20(9.2%)OB. We found that the prevalence of overweight and obesity was higher in asthmatic children (18.8% vs 11.9% in OV group; 13.7% vs 9.2% in OB;  $p<0.03$ ). In particular, VO<sub>2</sub>max (ml/min/kg) is significantly lower in OV and OB than N children, in both asthmatic and non-asthmatic children (Asthmatic: N=43 ±8.6, OV=40.6±8.7, OB=38.3±5; Non-asthmatic: N=51.6±9.9, OV=48.2±9.9, OB=44.5±7.7;  $F = p < 0.0001$ ).

**Conclusions:**

We found an association between high BMI and childhood asthma. Overweight/obese children had lower VO<sub>2</sub>max respect the normal weight group.

**P1102**

**Comparison of carbon monoxide diffusion using breath hold and rebreathing techniques in children with interstitial disease**

Nicole Beydon, Lucia Maingot, Houdda Guillo, Marie-Claude La Rocca, Noria Medjahdi, Marc Koskas, Michèle Boulé.

Physiology-Lung Function Test, Hôpital Armand Trousseau-La Roche Guyon, Paris, France

**Background** Carbon monoxide diffusion (DLCO) measured with rebreathing (RB) technique and hyperventilation has been found to equal breath holding (BH) measure in healthy adults using homemade device. No assessment of the commercially available RB machine has been performed in sick children in whom BH technique might be difficult to achieve.

**Objectives** 1) to assess feasibility and repeatability of DLCO<sub>RB</sub> 2) to compare DLCO<sub>BH</sub> and DLCO<sub>RB</sub> in sick children.

**Methods** Prospective monocentre study in 46 children with suspicion or actual interstitial disease, able to perform DLCO<sub>BH</sub>. DLCO<sub>BH</sub> and RB were measured in duplicate (Masterscreen, Jaeger, Hoechberg, Germany).

**Results** Correct DLCO<sub>RB</sub> measurements during tidal breathing was obtained in 41 (89%) children (age median 11.8 [8.2 to 18.2]y). Median (IQR) z-score of DLCO<sub>AP</sub> was -1.94 (-3.30; -1.84) [-9.9 to 1.37].

Functional residual capacity of the two DLCO<sub>RB</sub> measurements was reproducible (within 15%). Alveolar volume (VA) of DLCO<sub>RB</sub> was lower to that of DLCO<sub>BH</sub> (V<sub>ARB</sub> median 52.6 [41.9 to 75.1]% of V<sub>ABH</sub>). The duplicated measurements of DLCO<sub>RB</sub> and DLCO<sub>BH</sub> were within 15% in 76% and 95% of the children, respectively.

DLCO<sub>RB</sub> and DLCO<sub>BH</sub> were highly correlated ( $r^2 = 0.72$ ,  $p<0.0001$ ) even though DLCO<sub>RB</sub> was lower than DLCO<sub>BH</sub> (median 3.26 vs 4.88 mMol/kPa/min;  $p<0.0001$ ; DLCO<sub>RB</sub> -33.5 [-58.3 to 23.6]% of DLCO<sub>BH</sub>).

**Conclusion** DLCO<sub>RB</sub> technique is feasible (89%) and reproducible (76%) in children able to perform BH technique despite various level of interstitial impairment. DLCO<sub>RB</sub> is highly correlated to DLCO<sub>AP</sub>. Further studies to determine reference values and measurement in younger children are warranted before using RB technique in routine.

228s



Ms. Mariana Ferreira  
Pediatrics  
State University of Campinas Medical School  
Tessalia Vieira de Camargo, 126  
13083-887 Campinas  
Brazil

Friday, 07 June 2013

TO WHOM IT MAY CONCERN

The European Respiratory Society (ERS) is the largest respiratory organisation in Europe. It has over 10'000 members drawn from over 100 countries. It is a non-profit organisation which aims to optimise and develop respiratory medicine by stimulating the actions of its members, facilitating scientific exchange and lobbying governments. Its main purposes are research, training and education in the respiratory field of medicine.

The ERS is organizing its 23<sup>rd</sup> Annual Congress in Barcelona, Spain on September 7-11, 2013 at the FIRA Barcelona (Gran Via).

We are pleased to invite Ms. Mariana Ferreira to attend the ERS Barcelona 2013 Congress which we anticipate to be attended by more than 18'000 participants. Ms. Mariana Ferreira's participation is compulsory as presenting author of an/several abstract(s) and recipient of ERS Young Scientist 2013 which offers €600 to help cover expenses associated with attending the ERS Congress and complimentary ERS Active Participant Congress Registration.

This letter is intended to assist Ms. Mariana Ferreira obtaining a visa for entering Spain.

We look forward to greeting in Barcelona and for any further information regarding Ms. Mariana Ferreira's participation in the ERS Congress please contact KIT Tel: +49 (0)30 24 60 32 20 or by e-mail at [ers2013registration@kit-group.org](mailto:ers2013registration@kit-group.org)

Yours sincerely,

Joaquim Gea  
Congress Chair

Judith Garcia Aymerich  
Congress co-Chair