

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**Estudo da função pulmonar e da força muscular respiratória de  
mulheres com obesidade mórbida**

**Fabiana Sobral Peixoto Souza**

**2012**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

FABIANA SOBRAL PEIXOTO SOUZA

ESTUDO DA FUNÇÃO PULMONAR E DA  
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA DE  
MULHERES COM OBESIDADE MÓRBIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Intervenção fisioterapêutica. Linha de pesquisa: Processos de intervenções fisioterapêuticas nos sistemas cardiovascular, respiratório, muscular e metabólico

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eli Maria Pazzianotto Forti

PIRACICABA

2012

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais Fausto e Maria Helena meus exemplos de vida.

Ao meu esposo, Gustavo pelo apoio e incentivo incondicional em todos os momentos da minha vida

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelas bênçãos, pela dádiva da vida e por me guiar em todos os momentos.

Às voluntárias pela disponibilidade e confiança em meu trabalho.

Aos meus pais Fausto e Helena pelas oportunidades para que eu pudesse ter uma formação pessoal e profissional digna. Amo muito vocês!!

Ao meu esposo Gustavo, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, principalmente naqueles em que a dificuldade parecia ser maior que a vontade de continuar. Te amo muito!

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Eli Maria Pazzianotto Forti pela sugestão deste estudo, paciência, amizade e por sempre insistir na busca do meu melhor. Meu muito obrigada!

À aluna de iniciação científica e amiga Camila Piconi pelo auxílio e comprometimento no período de coleta. Sem você eu não teria conseguido!!!

Agradeço ao Dr. Irineu Raseira Junior e Dra. Elizabeth Shiraga, proprietários da Clínica Bariátrica, e a todas as funcionárias desta clínica, pela oportunidade de realização da pesquisa e pela ajuda para que eu pudesse realizar este projeto.

A Profa. Dra. Maria Imaculada de Lima Montebelo, pela contribuição durante o período de análise dos dados.

Ao Padre Osman, meu muito obrigado pela amizade e pela contribuição para realização deste sonho.

Aos funcionários da UNIMEP Marcos, técnico do laboratório da fisioterapia e Joceli, técnica do laboratório da enfermagem pela importante colaboração para realização do trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Pesquisa em Avaliação e intervenção em Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia Cardiovascular e Provas Funcionais da UNIMEP, pelo apoio constante.

Aos professores da banca examinadora do exame de qualificação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Marlene Moreno, Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar, Prof. Dr. Eduardo Rebeis pelas contribuições na elaboração deste trabalho.

À Capes, pela bolsa concedida.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos

Senhor, como são numerosos os meus  
perseguidores!

Mas vós sois, Senhor, para mim um  
escudo;

Eu, que me tenho deitado e adormecido,  
Levanto-me porque o Senhor me sustenta.

*Trecho do Salmo 3 da Bíblia*

## ABREVIações E SÍMBOLOS

CC- circunferência da cintura

CI- capacidade inspiratória

CP- circunferência do pescoço

CPT- capacidade pulmonar total

CRF- capacidade residual funcional

CV- capacidade vital

CVF- capacidade vital forçada

CVL- capacidade vital lenta

FEF 25-75%- fluxo expiratório de 25 a 75% da CVF

FMR- força muscular respiratória

IMC- índice de massa corporal

PE<sub>máx</sub>- pressão expiratória máxima

PI<sub>máx</sub>- pressão inspiratória máxima

PRM- pressões respiratórias máximas

RC/Q- relação cintura quadril

UNIMEP- Universidade Metodista de Piracicaba

VEF<sub>1</sub>- volume expiratório forçado no primeiro segundo

VEF<sub>1</sub>/CVF- razão VEF<sub>1</sub>/CVF

VR- volume residual

VRE- volume de reserva expiratório

VRI- volume de reserva inspiratório

VVM- ventilação voluntária máxima



## RESUMO

A obesidade promove alterações na função pulmonar devido ao excesso de tecido adiposo na região tóraco-abdominal, levando a redução de volumes pulmonares bem como alterando a mecânica dos músculos respiratórios. Desta forma o objetivo deste estudo foi avaliar a função pulmonar de mulheres com obesidade mórbida e comparar com a função pulmonar de mulheres eutróficas; correlacionar volumes pulmonares com as características antropométricas; avaliar e comparar a força muscular respiratória (FMR) de obesas mórbidas com os valores preditos por diferentes equações matemáticas encontradas na literatura. Trata-se de um estudo transversal composto de 60 mulheres adultas, divididas em 2 grupos: 30 mulheres com obesidade mórbida ( $IMC \geq 40 \text{ Kg/m}^2$ ) e um grupo controle composto por 30 mulheres eutróficas ( $IMC$  entre 18,5 e 24,9  $\text{Kg/m}^2$ ). Foram realizadas avaliações das características antropométricas, dos volumes e capacidades pulmonares através da espirometria e da força muscular respiratória por meio das pressões respiratórias máximas utilizando-se um manovacuômetro. Foi utilizado o teste de Shapiro Wilk, teste t- Student, Mann-Whitney, Friedman, ANOVA medidas repetidas com post-hoc de Bonferroni, correlação de Pearson ou Spearman. Em relação à idade, estatura e nível de atividade física os dois grupos apresentaram resultados semelhantes ( $p > 0,05$ ). O volume de reserva expiratório (VRE) foi significativamente menor nas obesas ( $0,39 \pm 0,31 \text{L}$ ) em comparação as eutróficas ( $0,85 \pm 0,35 \text{L}$ ), com aumento significativo do volume de reserva inspiratório (VRI) e da capacidade inspiratória nas obesas ( $p < 0,05$ ). Os valores do volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) em porcentagem do predito e em valores absolutos foram significativamente menores nas obesas mórbidas em comparação as eutróficas ( $p < 0,05$ ). Não foram observadas diferenças nos valores na capacidade vital forçada (CVF), capacidade vital lenta (CVL), e razão  $VEF_1/CVF$  entre os grupos. Observou-se correlação negativa entre a massa corporal, IMC, circunferência da cintura (CC), relação cintura quadril (RC/Q) e circunferência do pescoço (CP) com o VRE respectivamente ( $r = -0,3757, -0,4112, -0,4771, -0,03456, -0,5145$ ). As obesas apresentaram aumento significativo nos valores obtidos de  $P_{Imax}$  ( $87,83 \pm 21,40$ ) em comparação as eutróficas ( $72 \pm 15,23$ ) e redução significativa da  $P_{Imax}$  ( $-85,83 \pm 21,40 \text{ cmH}_2\text{O}$ ) segundo os valores previstos pela equação EHarik ( $-130,71 \pm 11,98 \text{ cmH}_2\text{O}$ ). Quanto a  $P_{Emax}$  não houve diferenças nos valores obtidos entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Não foram observadas concordâncias dos valores obtidos e previstos de  $P_{Emax}$  segundo as equações ENeder e ECosta. Os resultados deste estudo mostram que as obesas mórbidas apresentaram diminuição do VRE e do  $VEF_1$  e aumento do VRI e da CI em relação às eutróficas. Em relação à força muscular respiratória as obesas mórbidas apresentaram aumento da força muscular inspiratória em relação às eutróficas. A equação mais apropriada para calcular os valores previstos de obesas mórbidas para a  $P_{Imax}$  é a de Harik –Khan et al. (1998). Por meio desse cálculo as obesas mórbidas apresentam redução da força muscular inspiratória. As equações propostas para o cálculo da força muscular expiratória das obesas mórbidas foram inconclusivas.

Palavras-chave: Obesidade mórbida, Espirometria, Pressões respiratórias máximas, Músculos respiratórios, Valores de referência.

## ABSTRACT

Obesity promotes changes in pulmonary function due to excessive fat in the thoracic-abdominal region, leading to reduced lung volumes and capacities as well as changing the mechanic of the respiratory muscles. Thus, the objective of this study was to evaluate pulmonary function in women with morbid obesity and compared with lean women; to correlate lung volumes with anthropometric characteristics; to evaluate and compare the respiratory muscle strength (RMS) of morbidly obese with the values predicted by different mathematical equations found in literature. It is a cross-sectional study comprised of 60 adult women, divided into 2 groups: 30 women with morbid obesity (BMI $\geq$ 40 kg/m<sup>2</sup>) and a control group of 30 lean women (BMI between 18.5 and 24.9 kg/m<sup>2</sup>). Anthropometric characteristics, lung volumes and capacities by spirometry and respiratory muscle strength by maximal respiratory pressures using a manometer were evaluated. It were used the Shapiro Wilk, t-test, Mann-Whitney Friedmam, repeated measures ANOVA test with post hoc Bonferroni, Pearson correlation or Spearman. In regard to age, height and activity level, the two groups showed similar results ( $p>0.05$ ). The expiratory reserve volume (ERV) was significantly lower in obese (0.39 $\pm$ 0.31L) compared to normal weight (0.85 $\pm$ 0.35L), with a significant increase in inspiratory reserve volume (IRV) and inspiratory capacity in obeses ( $p<0.05$ ). The values of forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>) in percentage of predicted and absolute values were significantly lower in morbidly obese compared to normal weight ( $p<0.05$ ). There were no differences in the forced vital capacity (FVC), slow vital capacity (SVC) and the FEV<sub>1</sub>/FVC ratio between groups. There was negative correlation between body mass, BMI, waist circumference (WC), waist-hip ratio (WHR) and neck circumference (NC) with ERV, respectively ( $r = -0.3757, -0.4112, -0.4771, -0.03456, -0.5145$ ). The obese showed a significant increase in the values of MIP (87.83 $\pm$ 21.40) compared to lean (72 $\pm$ 15.23) and significant reduction of MIP (-85.83 $\pm$ 21.40 cmH<sub>2</sub>O) according to the predicted values by EHarik equation (-130.71 $\pm$ 11.98 cmH<sub>2</sub>O). In regards to MEP, there were no differences in values between the groups ( $p>0.05$ ). There were no concordance of measured and predicted values of MEP according to equations of ENeder and ECosta. The results of this study show that morbidly obese demonstrated a decrease of ERV and FEV<sub>1</sub> and increase the IRV and IC compared with lean women. In relation to the respiratory muscle strength, morbidly obese had increased muscle strength compared to normal weight. The most appropriate equation to calculate the predicted values of morbidly obese for MIP is Harik-Khan et al. (1998). By this calculation, the morbidly obese have reduced inspiratory muscle strength. The proposed equations to calculate the expiratory muscle strength of the morbidly obese were inconclusive.

Keywords: Morbid Obesity, Spirometry, maximal respiratory pressures, respiratory muscles, reference values.

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 AMOSTRAGEM E CASUÍSTICA	17
3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	18
3.2.1 Avaliação antropométrica	18
3.2.2 Medidas dos volumes e capacidades pulmonares	19
3.2.3 Medidas das pressões respiratórias máximas	21
3.3 TRATAMENTO DOS DADOS	24
4 RESULTADOS	25
5 DISCUSSÃO	30
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXO 1	57
ANEXO 2	58
ANEXO 3	59

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é considerada um problema de saúde pública e vem se tornando uma epidemia mundial. A Organização Mundial da Saúde, 2006 estima que até 2015, cerca de 2,3 bilhões de adultos estarão com sobrepeso e mais de 700 milhões serão obesos. No Brasil, 56% da população brasileira sofre com excesso de peso, sendo 13% de obesos (Portal Saúde, 2011).

De acordo com o Consenso Bariátrico Brasileiro (2006), a obesidade é uma alteração da composição corporal, com determinantes genéticos e ambientais, definida por um excesso relativo ou absoluto das reservas corporais de gordura, que ocorre quando, cronicamente, a oferta de calorias é maior que o gasto de energia corporal, e que resulta com frequência em prejuízos significantes para a saúde.

Dentre esses prejuízos à saúde, denominados co-morbidades, encontra-se a diabetes melitus do tipo 2, hipertensão, deslipidemias, aterosclerose, hepatopatias, litíase biliar e neoplasias, levando a obesidade a ser considerada uma das principais causas de morbidade e mortalidade prematura (Conway e Rene, 2004; Murugan e Sharma, 2005; Mcclean et al., 2008).

Além disso, é reconhecida como importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças respiratórias, tais como síndrome da hipoventilação e a apnéia do sono (Wei et al., 2011), bem como risco de causar alterações no trabalho ventilatório, na força muscular respiratória, na capacidade de difusão, na troca gasosa, na responsividade das vias aéreas e por fim, nas medidas espirométricas (Sood, 2009).

Relatos sobre alterações da função pulmonar na obesidade apontam para alterações mecânicas e inflamatórias como fatores principais. Os efeitos mecânicos são atribuídos ao aumento da pressão abdominal e diminuição da complacência da parede torácica ocasionados pelo excesso de tecido adiposo nessas regiões (Collins et al., 2009; Forti et al., 2009). Já os efeitos inflamatórios são decorrentes da secreção de adipocinas inflamatórias pelo tecido adiposo, levando a alterações na função pulmonar diretamente ou por via sistêmica, promovendo inflamação e fechamento prematuro de pequenas vias aéreas (Fogarty et al., 2007; Thyagarajan et al., 2011).

Embora a associação entre obesidade e a função pulmonar seja descrita, estudos ainda buscam elucidar e compreender o comportamento da função pulmonar na obesidade mórbida (Nguyen et al., 2009; Salome et al., 2010).

Autores relatam que a obesidade mórbida tem relativamente pouco efeito sobre a capacidade vital (CV) ou sobre a capacidade pulmonar total (CPT), mas a capacidade residual funcional (CRF) e o volume de reserva expiratório (VRE), podem estar severamente reduzidos nesta população (Gibson, 2000; Sood, 2009).

Da mesma forma, Sutherland et al. (2008) afirmam que a redução do VRE e CRF são proporcionais ao aumento da obesidade enquanto a CV e CPT mantêm-se dentro da normalidade.

Salome et al. (2010) relataram que a CVF e o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), tendem a diminuir com o aumento do IMC. Esses achados também são dependentes da idade, do tipo de distribuição de gordura corporal (com maior efeito na localização de gordura na região central) e da severidade da obesidade (Lazarus, Sparrow e Weiss, 1997).

Já Nguyen et al. (2009) classificaram o distúrbio ventilatório na obesidade mórbida evidenciando tendência à combinação de desordem restritiva e obstrutiva. A alteração restritiva, causada pelo acúmulo de gordura na região tóraco-abdominal, resulta em redução da complacência respiratória (caixa-torácica e parênquima pulmonar) e a desordem obstrutiva, causada pela obstrução ao fluxo aéreo por depósito de tecido adiposo em via aérea superior e orofaringe.

Em relação ao comportamento da força muscular respiratória em indivíduos obesos mórbidos, pode-se encontrar a ineficiência particularmente do músculo diafragma. A principal causa deste comprometimento é justificada pelo aumento da resistência elástica causada pelo excesso de tecido adiposo na caixa torácica e abdome, a qual acarreta desvantagem mecânica aos músculos respiratórios (Weiner et al., 1998; O'Brien e Dixon, 2003).

Alguns autores atribuem à redução de força dos músculos respiratórios na obesidade mórbida, à infiltração de gordura intramuscular (Wells et al., 2008, Haugaard et al., 2009).

Por outro lado, encontram-se relatos sobre o aumento da força muscular respiratória (FMR) nos obesos mórbidos em função das adaptações presentes nas fibras musculares esqueléticas pelo fato de apresentarem aumento da massa magra e contração muscular mais forte. Isto foi atribuído aos esforços físicos diários para mover o corpo e uma maior tentativa das estruturas músculo-esqueléticas, em manter o corpo na posição ereta. Diante dessa situação os indivíduos obesos mórbidos acabam apresentando maior proporção de fibras musculares esqueléticas do tipo II (Simoneau et al., 1999, Hulens et al., 2001). Confirmando esses resultados, Tanner et al. (2002) investigaram o tipo da fibra

muscular predominante em obesos, por meio de uma biópsia do músculo reto abdominal durante a cirurgia bariátrica, e encontraram um alto percentual de fibras do tipo II, que estão relacionadas com baixa resistência e alto poder de contração.

Sabe-se que a FMR apresenta relação com faixa etária, gênero, massa corporal, estatura e área de superfície corpórea (Harik-Khan et al.,1998). Neste contexto vêm sendo formuladas equações para obtenção de valores previstos de normalidade da FMR para variadas populações (Leal et al., 2007; Parreira et al., 2007; Simões et al., 2010), porém vale a pena ressaltar que as populações estudadas, não incluíram indivíduos obesos.

Acredita-se que a avaliação da FMR nesta população pode ser comprometida devido à ausência da massa corporal na maioria das fórmulas preditivas. Desta forma, é importante a realização de estudos que contribuam para prever valores de normalidade ou para apontar dentre as fórmulas disponíveis, aquela que melhor se aplique a força muscular respiratória de obesos mórbidos.

Assim, a hipótese deste estudo é que a deposição de gordura abdominal pode ser um fator mecânico causador da redução dos volumes pulmonares, por promoverem desvantagem mecânica nos músculos respiratórios e em consequência alterarem a força muscular respiratória. Entretanto a fidedignidade da avaliação de força muscular respiratória em obesos mórbidos se torna comprometida em função da variedade de fórmulas propostas na literatura.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos do presente estudo foram:

- 1) Avaliar a função pulmonar de mulheres com obesidade mórbida e comparar com a função pulmonar de mulheres eutróficas.
- 2) Correlacionar volume pulmonar e características antropométricas das voluntárias
- 3) Avaliar a força muscular respiratória da população estudada e comparar com os valores preditos por diferentes equações matemáticas encontradas na literatura.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 AMOSTRAGEM / CASUÍSTICA

Respeitando as normas de conduta experimental com seres humanos, este estudo seguiu as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) sob o parecer 19/10 (Anexo1). As voluntárias foram informadas quanto aos objetivos do estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 2).

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo BioEStat versão 5.0, aplicado à variável VRE, PImáx e PEmáx. Utilizou-se um  $\alpha = 0,05$  e um “poder de teste” (Power) igual a 90%, resultando numa amostra constituída de 9 voluntárias de cada grupo para a variável VRE e 29 voluntárias em cada grupo para as variáveis PI e PEmáx.

Trata-se de um estudo transversal no qual participaram 60 mulheres adultas, divididas em 2 grupos: 30 mulheres com obesidade mórbida ( $IMC \geq 40$  Kg/m<sup>2</sup>) e um grupo controle composto por 30 mulheres eutróficas ( $IMC$  entre 18,5 e 24,9 Kg/m<sup>2</sup>). As obesas mórbidas foram triadas na Clínica Bariátrica de Piracicaba onde realizavam reuniões com equipe multidisciplinar para preparação para cirurgia bariátrica. As eutróficas foram recrutadas na comunidade a partir do convite para a participação na pesquisa.

Foram adotados como critérios de inclusão: Mulheres com obesidade mórbida ( $IMC \geq 40$  kg/m<sup>2</sup> e  $\leq 55$  kg/m<sup>2</sup>), mulheres eutróficas ( $IMC$  entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup>), idade entre 25 e 50 anos, raça branca, estilo de vida sedentário com

pontuação até 8, segundo o Questionário de Baecke, Burema e Frijters, 1982, que foi validado no Brasil por Florindo e Latorre em 2003 (Anexo 3) e entendimento para realização das manobras espirométricas e das pressões respiratórias máximas.

Os critérios de exclusão foram: Presença de co-morbidades como hipertensão arterial sistêmica, diabetes, doenças cardiovasculares, alterações pulmonares crônicas e asma, infecções respiratórias nas últimas duas semanas, tabagismo e prática de atividade física regular.

### **3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

Inicialmente foi realizada anamnese, com informações sobre a história clínica, avaliação antropométrica e posteriormente, avaliação dos volumes e capacidades pulmonares e medidas das pressões respiratórias máximas.

Para a realização do procedimento experimental o laboratório foi devidamente preparado e climatizado artificialmente com a temperatura do ambiente controlada por equipamento de ar condicionado Split (Trane) entre 22 e 24 °C e a umidade relativa do ar por umidificador entre 40 e 60%. As medidas de temperatura e umidade foram aferidas em termo-higrômetro digital (Incoterm).

#### **3.2.1 Avaliação antropométrica**

As voluntárias permaneceram em posição ortostática, sem sapatos ou roupas pesadas. A massa corporal foi obtido por uma balança digital (*Filizola* ® Brasil) devidamente aferida, com capacidade máxima de 300Kg e resolução de 100 gramas. A estatura foi verificada por um estadiômetro de parede (*Wiso*) com resolução em milímetros.

O cálculo do IMC foi obtido por meio da equação: massa corporal (Kg) /estatura<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>). A circunferência do pescoço (CP) foi medida ao nível da cartilagem cricóide (Gonçalves et al., 2010), a mensuração da circunferência da cintura (CC) no ponto médio entre a margem da última costela e a margem superior da crista ilíaca e a circunferência do quadril (CQ) foi mensurada no nível do trocanter maior do fêmur (Sievenpiper et al., 2001). As medidas foram expressas em centímetros (cm).

### **3.2.2 Medidas dos volumes e capacidades pulmonares**

Para a avaliação dos volumes, fluxos e capacidades pulmonares foi utilizado um espirômetro computadorizado ultra-sônico, com sensor de fluxo, (Microquark; Cosmed, Roma, Italia) (Figura 1), com calibração realizada diariamente, antes de cada exame espirométrico, seguindo as normas preconizadas pela American Thoracic Society (ATS, 2005) e pelas diretrizes para testes de função pulmonar (Pereira, 2002). Todos os testes foram realizados no período matutino para evitar as influências circadianas. As voluntárias foram orientadas a permanecerem sentadas e utilizarem um clipe nasal durante a realização das manobras (Figura 2).



**Figura 1-** Espirômetro computadorizado ultra-sônico com sensor de fluxo, modelo Microquark, marca Cosmed, Roma Italia (1), clipe nasal (2) e bocal descartável (3).

Foram realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). As curvas volume-tempo e fluxo-volume foram realizadas de acordo com os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade preconizados pelas diretrizes para testes de função pulmonar (Pereira, 2002) nos quais os valores para o  $VEF_1$  e a CVF devem diferir menos que 0,15 litros entre as medidas. Posteriormente foi computado o maior valor de CVF.



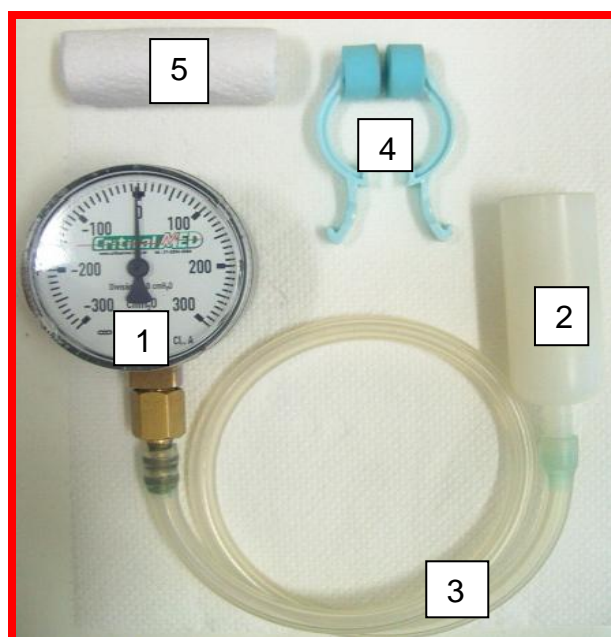
**Figura 2-** Posicionamento das voluntárias durante a realização das manobras

O  $VEF_1$  foi retirado da curva com maior valor de pico de fluxo expiratório (PFE) situado dentro dos critérios de aceitabilidade. Os valores foram expressos em litros e em porcentagem do predito, segundo valores estabelecidos para a população brasileira (Pereira, 1992).

### **3.2.3 Medidas das pressões respiratórias máximas**

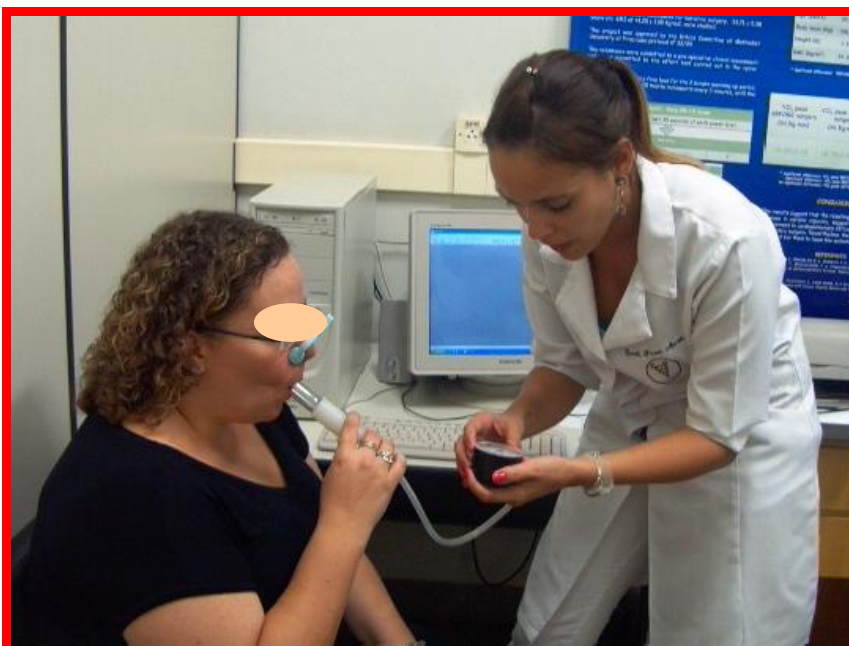
Para a avaliação da força muscular respiratória foram realizadas as manobras de  $Pl_{máx}$  (pressão inspiratória máxima) e a  $PE_{máx}$  (pressão expiratória máxima). Foi utilizado o manovacuômetro da marca Critical Med, USA, 2002, com intervalo operacional de 0 a  $\pm 300$   $cmH_2O$ , devidamente equipado com um adaptador de bocais de plástico rígido contendo um pequeno orifício de 2mm de diâmetro interno, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da pressão na cavidade oral, gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com o fechamento da glote (Figura 3). A  $Pl_{máx}$  foi medida a

partir do volume residual (VR) e a PEmáx foi medida a partir da capacidade pulmonar total, sendo o esforço sustentado por pelo menos 2 segundos (Black e Hyatt, 1969). Para a realização dessas medidas as voluntárias foram orientadas a permanecerem sentadas com os pés apoiados e a usarem clipe nasal (Figura 4).



**Figura 3-** Manovacuômetro analógico marca Critical Med, USA, 2002, com intervalo operacional de  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O (1), equipado com adaptador de bocais (2), borracha condutora (3), clipe nasal (4) e bocal descartável (5).

Todas as voluntárias realizaram pelo menos 3 esforços de inspiração e expiração máximos, tecnicamente aceitáveis e reprodutíveis ou seja sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 2s e com valores próximos entre si ( $\leq 10\%$ ). Para a análise dos dados, o valor mais alto foi registrado (Neder et al., 1999).



**Figura 4-** Posicionamento das voluntárias durante e a realização das medidas das pressões respiratórias máximas.

Os valores obtidos das medidas das pressões respiratórias máximas foram comparados aos valores previstos para  $P_{Imax}$  e  $P_{Emax}$  através das equações propostas por Harik Khan et al. (1998), Neder et al. (1999) e Costa D, et al. (2010), conforme descrito abaixo:

**Equação Harik-khan (EHarik): Harik-khan et al., 1998:**

Mulheres:  $P_{Imax} = 171 - 0,694 \times \text{idade} + 0,861 \times \text{Massa corporal(Kg)} - 0,743 \times \text{altura (cm)}$

**Equação Neder (ENeder): Neder et al., 1999:**

Mulheres:  $P_{Imax} = -0,49 \times \text{idade} + 110,4$

$P_{Emax} = -0,61 \times \text{idade} + 115$

**Equação Costa (ECosta): Costa, D et al., 2010:**

Mulheres:  $P_{Imax} = -0,46 \times \text{idade} + 74,25$

$P_{Emax} = -0,68 \times \text{idade} + 119,35$

### 3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Para a verificação da normalidade dos dados referentes à idade, características antropométricas, atividade física habitual, função pulmonar e, pressões respiratórias máximas, foi utilizado o teste Shapiro-Wilk.

Para a comparação das características antropométricas, atividade física habitual, variáveis espirométricas e valores obtidos de FMR entre os grupos, foram utilizados o teste t- Student para os dados paramétricos e o teste de Mann-Whitney, para os dados não paramétricos.

Para a análise de correlação do VRE com as variáveis antropométricas foi utilizada a correlação de Pearson para as variáveis paramétricas e a correlação de Spearman para as variáveis não paramétricas.

Para comparar os valores obtidos de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  com os previstos das eutróficas, utilizou-se o teste de Friedman para a  $PI_{máx}$  e o teste Anova medidas repetidas com post-hoc de Bonferroni, para a  $PE_{máx}$ . Já para as obesas mórbidas utilizou-se Anova medidas repetidas com post-hoc de Bonferroni para  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ .

O nível de significância estatística adotado foi de  $p < 0,05$ . Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do programa estatístico *BioStat* versão 5.0.



## 4 RESULTADOS

A tabela 1 mostra que não foram encontradas diferenças estatísticas na idade e estatura entre os grupos. Quanto à massa corporal, IMC, CC e CP as obesas mórbidas apresentaram valores significativamente maiores do que as eutróficas. Não foram encontradas diferenças significativas no nível de atividade física habitual das voluntárias.

**Tabela 1-** Idade, características antropométricas e valores atribuídos à atividade física habitual de obesas mórbidas e eutróficas

	Obesas Mórbidas (n=30)	Eutróficas (n=30)	p
Idade (anos)	32,06±5,4	30,6 5,4	0,1738
Estatura (m)	1,62±4,5	1,62±4,9	0,8303
Massa corporal (kg)	116,8±13,4	58,8±6,1	<0,0001
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	44,7±4,11	22,1±1,8	<0,0001
CC (cm)	124,1±10,4	78,7±7,4	<0,0001
RC/Q	0,92±0,07	0,80 ±0,11	<0,0001
CP (cm)	40,2±2,8	31,8±1,2	<0,0001
Escore AFL	2,11±0,43	1,97±0,6	0,3377
Escore AFLL	1,23±1,05	1,36±0,72	0,3418
Escore total	3,35±1,28	3,33±1,09	0,9526

Valores expressos em média ± desvio-padrão. IMC: índice de massa corporal, CC: circunferência da cintura, RC/Q: relação cintura quadril, CP: circunferência do pescoço, AFL: atividade física do lazer, AFLL: atividade física do lazer e locomoção. (\*) p<0,05, diferença entre os valores obtidos de obesas mórbidas e eutróficas

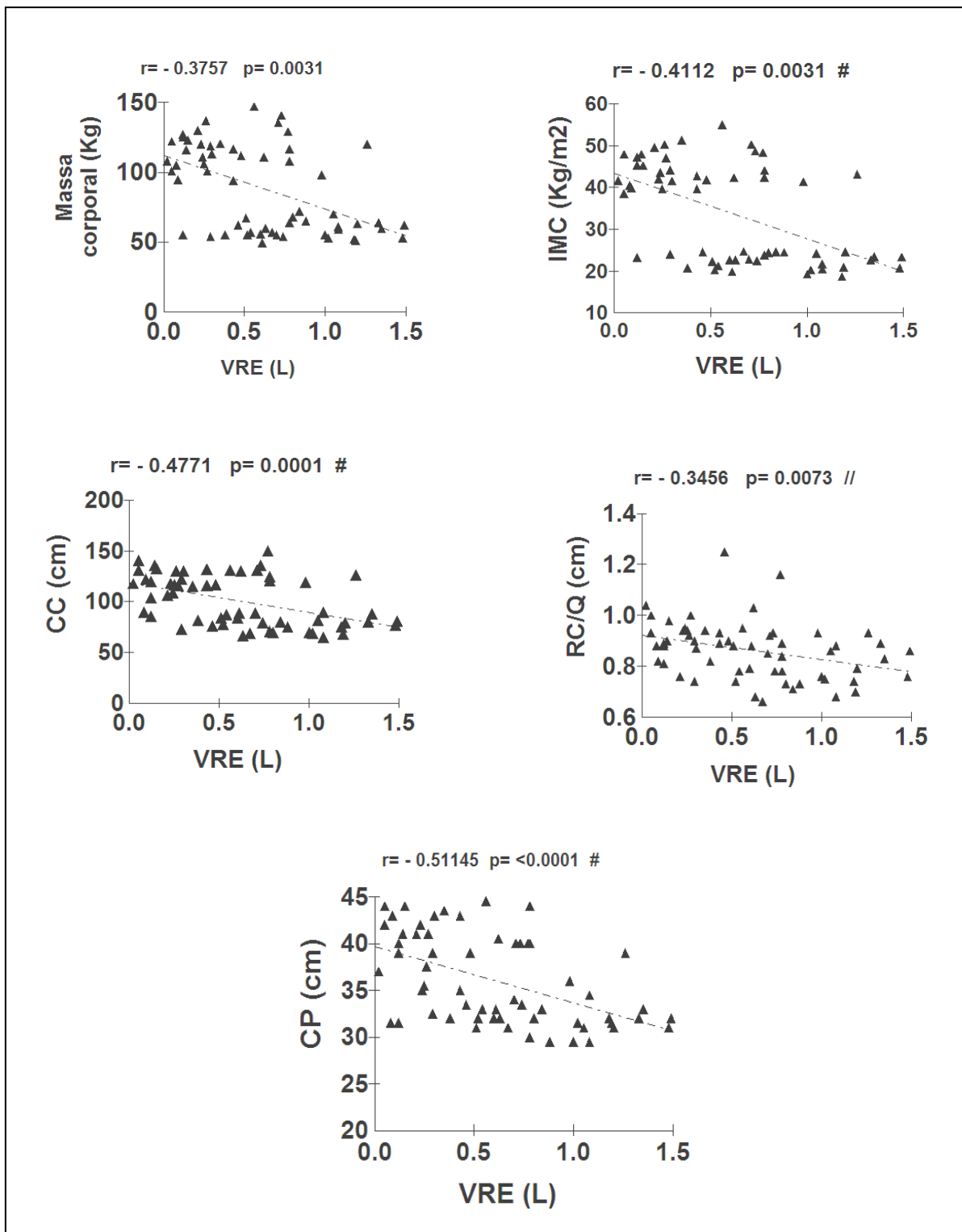
No que se refere aos valores espirométricos a tabela 2 mostra que não houve diferença significativa entre os valores de CVL. O VRI e a CI foram significativamente superiores no grupo de obesas mórbidas. Já o VRE foi significativamente menor nas obesas mórbidas. O VEF<sub>1</sub> apresentou-se significativamente menor nas obesas. Não houve diferenças significativas nos valores de CVF, VEF<sub>1</sub> /CVF, VVM, PFEF e FEF 25-75% entre os grupos.

**Tabela 2-** Medidas espirométricas obtidas de obesas mórbidas e eutróficas

	Obesas Mórbidas	Eutróficas	p
CVL (L/min)	3,28±0,63	3,24±0,51	0,7492
VRI (L)	2,15±0,57	1,82±0,46	0,0184
CI (L)	2,87±0,57	2,34±0,51	0,0003
VRE (L)	0,39±0,31	0,85±0,35	<0,0001
CVF (L/min)	3,36±0,62	3,55±0,45	0,1971
CVF (%P)	95,27±15,54	99,10±10,9	0,2749
VEF <sub>1</sub> (L)	2,97±0,47	3,18±0,40	0,0401
VEF <sub>1</sub> (%P)	88,31±4,31	102,75±13,2	<0,0001
VEF <sub>1</sub> /CVF	0,88±0,04	0,87±0,06	0,7062
VEF <sub>1</sub> /CVF (%P)	102,16±6,08	102,81±6,19	0,6834
VVM (L/min)	117,11±16,38	113,01±19,86	0,386
PFEF (L/s)	409,6±94	426±70,5	0,8476
FEF (25-75% (L/s)	3,83±0,84	3,90±0,84	0,7483

Valores absolutos e em porcentagem do predito (%), expressos em média ± desvio-padrão. CVL: capacidade vital lenta, CI: capacidade inspiratória, VRI: volume de reserva inspiratório, VRE: volume de reserva expiratório, CVF: capacidade vital forçada, VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF<sub>1</sub>/CVF: razão VEF<sub>1</sub>/CVF, VVM: ventilação voluntária máxima, PFEF: pico de fluxo expiratório forçado, FEF 25-75%: Fluxo expiratório forçado entre 25 e 75 % da CVF, (\*) p<0,05, diferença significativa entre os valores obtidos de obesas mórbidas e eutróficas.

De acordo com o teste de correlação de Spearman ou Pearson foram evidenciadas correlações significativas e negativas do VRE com todas as variáveis antropométricas como visto na figura 5.



**Figura 5-** Representação gráfica da análise de correlação entre a variável volume de reserva expiratório (VRE) e a massa corporal, índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC), relação cintura/quadril (RC/Q) e circunferência do pescoço (CP), # diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), utilizando-se as correlações de Spearman, // diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), utilizando-se as correlações de Pearson.

As obesas mórbidas apresentaram valores obtidos de P<sub>lmáx</sub> significativamente superiores em comparação as eutróficas.

No que se refere às diferenças entre os valores obtidos de P<sub>lmáx</sub> e os valores previstos pelas equações, as obesas mórbidas apresentaram valores previstos pela equação EHarik significativamente superiores aos obtidos.

Não houve diferença entre os valores obtidos e previstos pela equação ENeder. Os valores previstos da equação ECosta foram significativamente inferiores aos obtidos. Quando se comparou a diferença entre os valores previstos pelas 3 equações, foi observado que houve diferença significativa entre todas elas, conforme a tabela 3.

Quanto às eutróficas podemos observar que não houve diferença nos valores obtidos e previstos pela equação EHariK. Os valores previstos pela equação ENeder foram significativamente superiores aos obtidos e os valores previstos pela equação ECosta foram significativamente inferiores aos obtidos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Valores de pressões inspiratórias máximas obtidas e previstas pelas equações EHarik, ENeder e ECosta das obesas mórbidas e eutróficas em cmH<sub>2</sub>O.

	<b>P<sub>lmáx</sub> (Obtida)</b>	<b>EHarik</b>	<b>ENeder</b>	<b>ECosta</b>
<b>Obesas</b>	- 85,83±21,40**	-130,71 ±11,98*#	-94,55 ±3,05#	-59,37 ± 2,86*#
<b>Eutróficas</b>	-72 ±15,23	- 79,76 ± 5,31#	- 95,47 ± 2,57*#	-60,23 ± 2,41* #

Valores expressos em média ± desvio padrão. EHarik: equação proposta por Harik- Khan et al.,1998, ENeder: equação proposta por Neder et al., 1999, ECosta: equação proposta por Costa, D et al., 2010. (\*p<0,05) diferença estatística significativa entre os valores obtidos e os previstos. (\*\*p<0,05) diferença estatística significativa entre os valores obtidos de obesas e eutróficas. (# p<0,05) diferença estatística significativa entre os valores previstos pelas equações

Para as medidas de PEmáx, não houve diferenças nos valores obtidos entre os grupos. Quanto às comparações entre os valores obtidos de PEmáx e os valores previstos pelas equações, pode-se constatar valores significativamente menores em relação aos preditos pelas equações ENeder e ECosta.

Quando comparadas às diferenças entre os valores previstos, não houve diferença entre as equações (Tabela 4).

**Tabela 4-** Valores das pressões expiratórias máximas obtidas e previstas pelas equações ENeder e ECosta das obesas mórbidas e eutróficas em cmH<sub>2</sub>O.

	<b>PEmáx obtida</b>	<b>ENeder</b>	<b>ECosta</b>
<b>Obesas</b>	85,83±20,76	95,87 ± 3,80*	97,36 ± 4,23*
<b>Eutróficas</b>	82,5 ± 19,85	97,04 ± 3,14*	98,63±3,57*

Valores expressos em média ± desvio padrão. ENeder: equação proposta por Neder et al., 1999, ECosta: equação proposta por Costa, D et al., 2010. (\*p<0,05) diferença estatística significativa entre os valores obtidos e os previstos pelas equações.

## 5 DISCUSSÃO

Esse estudo propõe estudar os efeitos da obesidade na função pulmonar e na força muscular respiratória, comparando mulheres obesas mórbidas e mulheres eutróficas buscando elucidar por meio de uma população de mulheres se as características antropométricas diferenciadas, essencialmente em função das diferenças na massa corporal poderiam ser desencadeadoras de alterações na função pulmonar e na força muscular respiratória de mulheres obesas mórbidas, uma vez que a literatura aponta a deposição de gordura no tórax e no abdome como às principais causas da diminuição dos volumes pulmonares e de alterações na mecânica dos músculos respiratórios (Sood, 2009).

Pode-se constatar que em relação às características antropométricas das mulheres que compuseram a amostra desse estudo, não houve diferença na idade e na estatura das mesmas. Da mesma forma que todas apresentaram o mesmo nível de atividade física habitual. Assim pode-se assegurar que em relação a esses itens, houve homogeneidade na amostra estudada.

Porém, como era de se esperar, as obesas mórbidas apresentaram IMC, CC, RCQ e CP significativamente maiores que as eutróficas, evidenciando além do excesso de peso, diferenças na distribuição de gordura corporal entre os grupos. Jones e Nzekwu. (2006) avaliaram o efeito do IMC nos volumes pulmonares de indivíduos com idades semelhantes e observaram que os maiores efeitos sobre a CRF e VRE foram vistos em indivíduos com IMC>30 kg, mostrando dessa forma, alteração dessas variáveis mesmo na obesidade grau I.

A importância dos achados de redução da CRF e VRE na obesidade mórbida se devem a associação existente entre diminuição desses volumes com

o fechamento das pequenas vias aéreas, causando anormalidades da relação ventilação/perfusão e consequente hipoxemia (Ceylan et al., 2009; Salome, King, e Berend, 2010). Dessa forma torna-se relevante a elaboração de estratégias na fisioterapia que contribuam para a restauração de volumes pulmonares e preservação de troca gasosa em obesos mórbidos.

As obesas mórbidas do presente estudo apresentaram uma redução de 0,46 litros no VRE quando comparados as eutróficas. Segundo Sood, (2009), a redução do VRE ocorre devido ao deslocamento cranial do diafragma pelo abdome obeso e aumento do peso da parede torácica. Para compensar a redução do VRE ocorre um aumento da CI. No presente estudo foi encontrado um aumento de 0,53 L na CI das obesas mórbidas confirmando o relato do autor.

O aumento do IMC pode reduzir a complacência da parede torácica e levar a redução da CVF e  $VEF_1$ , ou ainda aumentar os níveis circulantes de citocinas inflamatórias, aumentando os níveis de inflamação sistêmica, que por sua vez podem afetar negativamente a função pulmonar (Steffes et al., 2004).

No presente estudo foi observado que a CVF das obesas mórbidas se mostra preservada quando comparada às eutróficas. Porém, a diminuição do  $VEF_1$  foi evidenciada nas obesas mórbidas. Thyagarajan et al., 2008 relataram que as medidas de  $VEF_1$  refletem a complacência dos pulmões e de vias aéreas, além da resistência destas.

As obesas mórbidas do presente estudo apresentaram uma redução significativa do  $VEF_1$  em comparação às eutróficas, entretanto os valores permaneceram dentro dos limites de normalidade, ou seja, sem presença de distúrbio ventilatório. Estudos mostram que com o aumento do IMC, reduções do

VEF<sub>1</sub> e CVF podem acontecer, no entanto, os efeitos são pequenos e ambos estão usualmente dentro da normalidade em obesos adultos saudáveis (Zerah et al., 1993; Sinn, Jones e Man, 2002; Watson e Pride, 2005; Salome, King e Berend, 2010). Concordando com os resultados do presente estudo, esta constatação reflete o principal efeito da obesidade sobre os volumes pulmonares e não efeito sobre a obstrução das vias aérea (Salome et al., 2010).

As obesas mórbidas do atual estudo não apresentaram redução da razão VEF<sub>1</sub>/CVF, resultados diferentes dos encontrados no estudo realizado por Sin, Jones e Man. (2002) no qual verificaram que indivíduos com maior IMC apresentavam valores menores da razão VEF<sub>1</sub>/CVF.

Leone et al., (2009) verificaram que mesmo indivíduos com o IMC normal, porém com síndrome metabólica e aumento dos valores da CC, podem apresentar alterações da CV e do VEF<sub>1</sub>. Recomendam assim que antes da avaliação espirométrica, seja realizada a avaliação da CC, podendo esta explicar prováveis alterações da função pulmonar.

No presente estudo não foram verificadas alterações no PFE. De forma semelhante Melo et al. (2011) estudaram a função pulmonar de obesos mórbidos e, também não encontraram diferenças nos valores da razão VEF<sub>1</sub>/CVF e no FEF 25-75% em comparação aos não obesos. Verificaram ainda redução nos valores de VEF<sub>1</sub> e CVF de acordo com o aumento do IMC, entretanto sem detectar a presença de distúrbios ventilatórios, entretanto, Rubinstein et al. (1990), após estudo com 103 obesos mórbidos não fumantes, mostrou uma considerável redução do fluxo expiratório forçado (FEF) 75%, que representa fluxo expiratório



de via aérea distal e atribuiu a isso possíveis mecanismos inflamatórios ou edema em pequenas vias aéreas do grupo estudado.

Contudo, há evidências crescentes de que a função pulmonar é mais do que um simples reflexo da limitação ao fluxo aéreo. Pode também ser um marcador de morte prematura. Estudos mostram que o comprometimento da função pulmonar na obesidade mórbida é preditivo de morbidade e mortalidade cardiovascular independente do tabagismo, sendo atribuído ao processo inflamatório presente na obesidade (Sin, Wu e Man, 2005).

Foi relatada associação inversa dos níveis de leptina com o VEF<sub>1</sub>, bem como níveis mais elevados de proteína C-reativa, leucócitos, fibrinogênio, que são outros marcadores de inflamação sistêmica, portanto a inflamação sistêmica pode ser parte da ligação entre comprometimento da função pulmonar e de mortalidade (Sin e Man, 2003).

Talvez a melhor forma de se estudar os efeitos da obesidade na função pulmonar fosse estudar um mesmo grupo de pacientes antes e após a perda de massa corporal (Littlenton, 2011). É importante salientar que indivíduos obesos podem melhorar sua função pulmonar pela perda de peso, sugerindo que os efeitos negativos da obesidade não envolvem remodelação estrutural irreversível das vias aéreas (Bottai et al., 2002; Womack et al., 2000).

A escolha do VRE para o estabelecimento das correlações se deve ao fato de ser considerado o achado mais consistente de alteração dos volumes pulmonares na obesidade mórbida.

Segundo Hamouni et al. (2006), marcadores antropométricos influenciam na função pulmonar uma vez que a distribuição da gordura corporal pode alterar o

funcionamento do sistema respiratório quando localizada principalmente na região tóraco-abdominal. Ratificando essa informação, as correlações entre o VRE e as variáveis antropométricas, encontradas no presente estudo, evidenciaram correlação significativa e negativa do VRE com a massa corporal, IMC, CC, RCQ e CP. Este resultado também foi encontrado no estudo realizado por Gabrielsen et al. (2011) no qual foram estudados 149 obesos mórbidos.

Em relação à distribuição de gordura corporal, Harik-Khan, Wise e Fleg, (2001) afirmaram que esta distribuição tem efeitos independentes sobre a função pulmonar, e que são mais proeminentes nos homens que apresentam gordura predominantemente na região central (abdominal) do que nas mulheres que apresentam um padrão de distribuição de gordura periférica (quadril).

As obesas mórbidas do atual estudo apresentaram uma média de 124,1 cm na CC e a RCQ de 0,92. Segundo Hans et al. (1995) uma CC maior que 88 cm e a RCQ maior ou igual a 0,85 para mulheres, caracterizam a distribuição central de gordura e tem sido utilizada para identificar indivíduos com maior risco respiratório e cardiovascular.

A Organização Mundial da Saúde, 2008 atribui uma CC nas mulheres maior que 80 cm como risco aumentado e maior que 88 cm como risco substancialmente aumentado de aparecimento de complicações metabólicas. Assim, pode-se atribuir a correlação negativa e significativa do VRE com as características antropométricas encontrada na população estudada, caracterizando distribuição central de gordura e confirmando a hipótese do estudo em que a deposição de gordura abdominal pode ser um fator mecânico causador

da redução de volumes pulmonares, entretanto sem causar distúrbios ventilatórios.

Wei et al. (2011) avaliaram o impacto das variáveis antropométricas de obesos chineses de ambos os sexos candidatos à cirurgia bariátrica e verificaram que, dentre as variáveis antropométricas analisadas (massa corporal, IMC, CC e CQ), a CC foi a variável que teve maior impacto sobre a função pulmonar e não foram observadas correlações do VRE com a RCQ. De um lado esse achado evidencia a importância das medidas da circunferência da cintura como marcador de risco à doença cardiovascular (Hans et al., 1995), de outro, talvez seja a medida que primeiro se destaque como influenciadora da diminuição dos volumes pulmonares, pois deve-se salientar que para a comunidade asiática os parâmetros de obesidade são diferentes dos considerados para a população brasileira, sendo considerados obesos os indivíduos com IMC de 25 Kg/ m<sup>2</sup>.

No que se refere à variável antropométrica CP foi observado um aumento significativo desta medida nas obesas (40,2 cm) em comparação as eutróficas (31,8 cm). Alguns estudos têm mostrado que a CP aumentada é considerada um fator de risco metabólico independente do IMC e CC (Ben-Noun, Laor., 2003, 2006). Estudo realizado por Preis et al. (2010) mostrou, através de tomografia computadorizada, que uma maior CP foi associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Para Gonçalves et al. (2010), além de ser uma importante medida para obesos com suspeita de apnéia do sono a CP também pode mostrar influência sobre os músculos respiratórios, além de suas implicações práticas para o prognósticos de complicações pós-operatórias, especialmente nos pacientes que serão submetidos a cirurgia bariátrica.

Quanto à análise da resistência ou “*endurance*” dos músculos respiratórios verificada pela VVM, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. Por outro lado, Sahebjami e Gartside (1996) investigaram a endurance muscular respiratória de 63 indivíduos obesos sem alterações obstrutivas das vias aéreas e com IMC acima de 35 kg/m<sup>2</sup>, e observaram que 67% dos obesos tinham VVM abaixo de 80% dos valores previstos, caracterizando diminuição da resistência muscular respiratória. Esta redução foi justificada pelo aumento de gordura na região tóraco-abdominal, o qual reduz a complacência da caixa-torácica.

Diminuição da VVM em obesos mórbidos também foi encontrada no estudo realizado por Gonçalves et al. (2010) em que a redução desta variável foi associada a uma CP maior ou igual a 43 cm, fenômeno explicado pelas alterações metabólicas impostas pelo excesso de peso como, por exemplo, menor quantidade de fibras do tipo I (resistência) nesta população. No presente estudo somente três obesas apresentaram uma CP maior ou igual a 43 cm. Entretanto, não se pode transportar esses resultados para o presente estudo, pois não foram realizadas análises que mostrassem associação entre resistência dos músculos respiratórios e CP.

Salienta-se que o presente estudo consiste de uma população de mulheres obesas mórbidas, não fumantes e sem nenhuma doença obstrutiva das vias aéreas. Talvez essas características da amostra possam justificar a preservação da endurance muscular respiratória neste grupo, pois na amostra estudada por Sahebjami e Gartside (1996), a maior parte da amostra foi composta por indivíduos ex-fumantes e somente uma pequena parte de

indivíduos que nunca haviam fumado. Isso resultou na constatação da presença do aprisionamento de ar evidenciado pela redução das taxas de fluxo e redução da força muscular respiratória (FMR), em função da desvantagem mecânica. Além disso, apresentavam a síndrome da hipoventilação caracterizada por hipercapnia e hipoxemia em decorrência da obesidade. Fica claro que nessa população, os efeitos da obesidade foram mais severos e incluíram a redução da resistência muscular respiratória.

Já em relação à força dos músculos respiratórios, se faz relevante a avaliação do comprometimento desta musculatura, especialmente quando o portador de obesidade mórbida é candidato à cirurgia de gastroplastia (Castello et al., 2007). Segundo Barbalho-Moulin, et al. (2011) a disfunção dos músculos respiratórios é a principal causa das complicações pulmonares após a cirurgia abdominal e em função disso recomenda o treinamento muscular respiratório pré-operatório como alternativa para evitar tais complicações.

Existem controvérsias na literatura sobre o efeito da obesidade na FMR. Algumas pesquisas afirmam que elas geralmente são normais em indivíduos saudáveis nos diversos graus de obesidade (O'Brien e Dixon., 2002; Ochs-Balcom et al., 2006). A justificativa para isso é que os obesos compensam a carga respiratória duplicando o trabalho respiratório e a pressão diafragmática, incrementando a contribuição da caixa torácica no movimento respiratório, realizando respirações rápidas e superficiais (Laghi e Tobin, 2003). Alguns estudos, entretanto, afirmam haver redução da FMR quando do desenvolvimento da síndrome da hipoventilação da obesidade, presente em casos graves de obesidade (Rocheste et al., 1998).

A quase totalidade das equações de cálculo dos valores de referência empregadas, não usa a massa corporal como componente, pois nas análises de regressão somente idade e estatura mostraram importância preditiva. Deve-se salientar que tais equações foram obtidas em populações de referência saudáveis e de não obesos. Deste modo, a real contribuição da obesidade como uma variável independente para a força muscular respiratória não pode ser adequadamente testada (Rubinstein et al., 1990).

Dessa forma incluiu-se no estudo o grupo de mulheres eutróficas, tendo como objetivo uma melhor avaliação do impacto da obesidade na força dos músculos respiratórios na obesidade mórbida uma vez que, as equações preditoras da FMR são variadas. Avaliou-se a FMR sob a ótica das diferentes equações com o objetivo de testar a hipótese de que equações que não levam em consideração as características antropométricas da população estudada possam gerar resultados contraditórios.

Assim, de acordo com os resultados referentes às comparações dos valores obtidos de  $P_{\text{máx}}$  com as diferentes equações, pode-se observar que não houve diferença dos valores obtidos com os previstos pela equação de Harik no grupo de eutróficas. Já segundo a equação proposta por Neder observou-se uma superestimação da força muscular inspiratória, enquanto que segundo Costa D et al., 2010 os valores previstos para a  $P_{\text{máx}}$  foram subestimados. Ressalta-se que a única equação matemática que leva em consideração a massa corporal é a de Harik- Khan et al., 1998.

Quando levados em consideração os valores de  $P_{\text{máx}}$  obtidos das obesas comparados aos valores preditos pela equação estabelecida por Harik- Khan et al., 1998 observou-se uma redução da FMR. Por outro lado, segundo Neder et al.

(1999), a força se encontrava dentro dos parâmetros de referência e se mostravam aumentadas se levada em consideração à equação de Costa D et.al.,2010.

Sendo assim, em relação a avaliação da força muscular inspiratória das obesas, podem-se constatar três resultados diferentes para um mesmo valor obtido, confirmando a hipótese do estudo de que as fórmulas matemáticas em questão não podem prever a força muscular respiratória de mulheres obesas mórbidas de forma fidedigna. Esse fato talvez possa explicar também as diferenças encontradas nos resultados de estudos que procuram avaliar a força dos músculos respiratórios na obesidade mórbida (Castelo et al., 2007; Teixeira et al., 2007; Costa, TR., 2010).

Em função da nulidade estatística encontrada para as medidas da P<sub>imáx</sub> obtidas e previstas pela equação EHarik para as voluntárias eutróficas, levando em consideração que as eutróficas do presente estudo não apresentam qualquer motivo para ter redução ou aumento da FMR e, considerando que esta fórmula é a única que leva em consideração a massa corporal e estatura das voluntárias, elegemos esta fórmula como a mais segura e confiável para as medidas das pressões respiratórias máximas nas obesas mórbidas estudadas. Constatamos, dessa forma, que a força dos músculos inspiratórios das obesas encontra-se reduzida.

Para o grupo controle do presente estudo, a equação EHarik para a P<sub>imáx</sub> mostrou ser a mais adequada. Este resultado também foi encontrado por Leal et al. (2007) que avaliaram as pressões respiratórias de 475 adultos saudáveis e sedentários, sendo verificado que as equações mais adequadas para aquela população foi a de Harik-Kahn et al. (1998) para P<sub>imáx</sub>, que relaciona massa

corporal, idade e estatura e a de Neder et al. (1999) para PEmáx, a qual relaciona idade. Entretanto neste estudo pela falta de nulidade estatística entre eutróficas e os valores preditos por Neder et al. (1999), não consideramos a referida equação como adequada para predição da força muscular expiratória de obesas mórbidas.

Levando em consideração apenas os resultados obtidos de PImáx, estes corroboram com os obtidos por Costa, TR et al. (2010) que avaliaram 57 obesas e 46 eutróficas sedentárias, sendo verificada maior PImáx e PEmáx das pacientes obesas em comparação às eutróficas. Neste estudo não foram calculados os valores preditos segundo equações estabelecidas. Os autores também ressaltam a importância de um grupo controle no caso de eutróficas, para avaliação da FMR, tendo em vista o número de equações variadas para estimar os valores das pressões.

O aumento da FMR nos obesos pode ser explicado por uma adaptação à sobrecarga crônica que acompanha a obesidade, mostrado pela maior quantidade de fibras do tipo II e uma pequena quantidade de fibras tipo I (Santiago-Recuerda et al., 2007).

Teixeira et al. (2007) avaliaram 49 indivíduos com  $IMC > 35 \text{Kg/m}^2$  e encontraram valores de PRM maiores do que os preditos segundo Neder et al. (1999) tanto para a PImáx como para a PEmáx. O valor médio da PEmáx foi de 139,2% do previsto, considerado pelos autores como excessivo, sendo então relatada uma possível inadequação da equação utilizada para determinar os valores esperados. É importante ressaltar que as fórmulas utilizadas para prever a PEmáx não levam em consideração a massa corporal, podendo dessa forma justificar a não adequação nas fórmulas preditivas de PEmáx nas obesas mórbidas e eutróficas deste estudo.



Assim como neste estudo, pesquisadores que utilizaram as equações estabelecidas por Neder et al. (1999) verificaram resultados contraditórios no que se refere ao comportamento da FMR em obesos mórbidos, Magnani e Cataneo (2007) realizaram um estudo somente com obesos que possuíam indicação para cirurgia bariátrica, com média de IMC de 44,42 kg/m<sup>2</sup>, e verificaram que a PImáx e PEmáx estavam dentro do limite de normalidade. Já Castello et al. (2007) verificaram que mulheres com obesidade mórbida apresentaram menores valores para PImax (76% do predito) e para a PEmax (67% do predito), respectivamente, em comparação a eutróficas com mesma faixa etária. Poderia se dizer que os resultados os resultados referentes às obesas desse estudo foram semelhantes aos achados de Castelo, entretanto teria que se considerar os valores preditos de Harik-Kan para a PImáx e de Neder et al.(1999) e/ ou Costa, D. (2010) para PEmáx.

Simões et al. (2010) investigaram a relação entre as PRM com a idade, massa corporal e estatura e propuseram equações preditivas de PI e PE numa população de 140 indivíduos saudáveis e sedentários não obesos. No estudo foi mostrado que, para mulheres, a idade e o massa corporal tiveram influência negativa sobre as medidas das PRM. Esses achados podem justificar os valores da força muscular inspiratória no presente estudo.

Enright et al. (1994) relataram que os preditores positivos para a PImáx são gênero, capacidade vital forçada, força de preensão manual e quantidade de massa magra. Alguns estudos têm mostrado precisamente que indivíduos obesos têm maior força muscular periférica do que os indivíduos magros, e esta é provavelmente associada a uma maior massa livre de gordura (Rolland et al., 2004; Lafortuna et al.,2005). Por não ter sido avaliada a composição corporal das

voluntárias do atual estudo, não pode-se atribuir os achados relativos às PRM à quantidade de gordura.

Hullens et al. (2001) investigaram a força muscular de mulheres obesas e eutróficas e, controlando idade e nível de atividade física, observaram que em geral as obesas apresentaram redução da força muscular periférica, fato este atribuído às conseqüências metabólicas da obesidade.

Costa, D et al. (2010) realizaram estudo onde compararam a  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  de indivíduos saudáveis com os valores previstos, utilizando as equações propostas por Neder et al. (1999), no intuito de predizer equações de referência para população brasileira. Foi demonstrado que os valores previstos para a  $PI_{máx}$  através das equações propostas por Neder et al. (1999) foram significativamente maiores do que os obtidos, mas não houve diferença nos valores previsto de  $PE_{máx}$  em relação aos obtidos. Isto foi atribuído por Costa D et.al.,2010 pelo fato de que no estudo de Neder et al. (1999) não ter sido especificado o tamanho do orifício presente no bocal para reduzir a pressão dos músculos bucinadores. Provavelmente essa informação também possa ajudar a explicar os achados sobre a força muscular os achados sobre a força muscular inspiratória nas eutróficas no presente estudo quando levado em consideração a equação  $ENeder$ .

Esses resultados também foram evidenciados no estudo realizado por Parreira et al. (2007). Nele, os autores verificaram que as equações propostas por Neder et al. (1999) não eram capazes de predizer os valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  na população de 100 indivíduos saudáveis eutróficos.

Bruschi et al. (1992) relataram uma grande variedade nos resultados dos estudos sobre as PRM. Esses autores relataram isso pode ser atribuído a

diferentes metodologias utilizadas, como tipo de bocal, número de manobras realizadas, posição corporal e diferenças nas populações estudadas.

Como pode ser observado, existe controvérsia na literatura acerca dos valores de normalidade de  $P_{l\acute{m}ax}$ , e especialmente da  $PE_{m\acute{a}x}$  assim o comportamento da força do músculos respiratórios em obesos mórbidos saudáveis parece ser ainda inconclusiva.

## 6 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que:

As obesas mórbidas deste estudo apresentam diminuição no VRE e de forma compensatória aumentam o VRI e a CI. Assim, mantêm dentro dos padrões de normalidade a CV. Embora as obesas mórbidas apresentem diminuição do VRE e do  $VEF_1$  em relação às eutróficas, essas alterações não foram suficientes para promover distúrbios ventilatórios obstrutivos ou restritivos.

O VRE pode ser considerado o principal marcador de alteração na função pulmonar de obesas mórbidas e se correlaciona com a massa corporal, IMC, CC, RCQ e CP. Assim, a deposição de gordura no tórax e abdome constitui importante fator de compressão mecânica do parênquima pulmonar com consequente redução de volume pulmonar.

As mulheres obesas mórbidas apresentam diminuição da força dos músculos inspiratórios. A equação mais apropriada para calcular os valores de referência das medidas de  $PI_{máx}$  de obesas mórbidas é a de Harik-Khan et al. (1998).

Mulheres obesas mórbidas e eutróficas parecem apresentar semelhança no comportamento da força dos músculos expiratórios. Entretanto, esses achados são inconclusivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATS\ERS. Task Force: Standardisation of lung function testing. Standardisation of Spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26: 319-38.

Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982; 36: 936-42.

Barbalho- Moulin MC, Miguel, GPS, Forti, EMP, Campos FA, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes and diaphragmatic excursion, *Clinics*. 2011; 66: 1721-27.

Ben-Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. *Obes Res*. 2003; 11: 226–31.

Ben-Noun LL, Laor A. Relationship between changes in neck circumference and cardiovascular risk factors. *Exp Clin Cardiol*. 2006; 20 11: 14–20.

Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969; 99(5): 696-702.

Bottai M, Pistelli F, Di Pede F, et al. Longitudinal changes of body mass index, spirometry and diffusion in a general population. *Eur Respir J*. 2002; 20:665–73.

Bruschi C, Cerveri I, Zoia MC, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L, et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis.* 1992; 146: 790-3.

Castello V, Simões RP, Bassi D, Mendes RG, Borghi-silva. A Força muscular respiratória é marcadamente reduzida em mulheres obesas mórbidas. *Arq Med ABC.* 2007; 32(2): 74-7.

Ceylan E, Cömlekçi A, Akkoçlu A, Ceylan C, Itil O, Ergör G, et al. The effects of body fat distribution on pulmonary function tests in the overweight and obese. *South Med J.* 2009; 102(1): 30-5.

Collins CL, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN, et al. The effects of body fat distribution on pulmonary function tests. *Chest.* 1995; 107: 1298-302.

Consenso Bariátrico Brasileiro. Disponível em: [http://www.sbcbr.org.br/imagens/pdf/consenso\\_bariatrico\\_brasileiro.pdf](http://www.sbcbr.org.br/imagens/pdf/consenso_bariatrico_brasileiro.pdf). Acesso em: 08/04/2010.

Conway B, Rene A. Obesity as a disease: no lightweight matter. *Obes Rev.* 2004; 5: 145-5.

Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol.* 2010; 36(3): 306-312.

Costa TR, Lima TP, Gontijo PL, De Carvalho HA, Cardoso FPF, Faria OP, et al. Correlação da força muscular respiratória com variáveis antropométricas de mulheres eutróficas e obesas. *Rev Assoc Med Bras.* 2010; 56(4): 403-8.

Enright PL, Kronma R, Manollo TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;149 (2 Pt 1):430-8.

Florindo AA, Latorre MRDO. Validação do questionário e reprodutibilidade de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Rev Bras Med Esporte.* 2003; 9: 121-8.

Fogarty AW, Jones S, Britton JR, Lewis SA, McKeever TM. Systemic inflammation and decline in lung function in a general population: a prospective study. *Thorax.* 2007; 62: 515–20.

Forti E, Ike D, Barbalho-Moulim M, Rasera JR I, Costa D. Effects of chest physiotherapy on the respiratory function of postoperative gastroplasty patients. *Clinics.* 2009; 64(7): 683-9.

Gabrielsen AM, Lund MB, Kongerud J, Viken KE, Roislien J, Hjelmessaeth J. The relationship between anthropometric measures, blood gases and lung function in morbidly obese white subjects. *Obes Surg.* 2011; 21: 485-491.

Gibson GJ. Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax.* 2000; 55(1): 41–44.

Gonçalves MJ ; do Lago STS, Godoy EP, Fregonezi GAF, Bruno SS, et al. Influence of Neck Circumference on Respiratory Endurance and Muscle Strength in the Morbidly Obese. *Obes surg.* 2010; 21: 1250-1256.

Hamouni N, Anthone G, Grookes PF. The value of pulmonary function testing prior to bariatric surgery. *Obes Surg.* 2006; 16: 1570-73.

Hans TS, Van Leer EM, Seidell JC, Lean MEJ. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ.* 1995; 311: 1401-5.

Harik-Khan RI, Wise RA, Fleg JL. The effect of gender on the relationship between body fat distribution and lung function. *J Clin Epidemiol.* 2001; 54(4): 399-406.

Harik-khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998; 158: 1459-64.

Haugaard SB, Mu H, Vaag A, Madsbad S. Intramyocellular triglyceride content in man, influence of sex, obesity and glycaemic control. *European Journal of Endocrinology.* 2009; 161: 57–64.



Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls , Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach, *International Journal of Obesity* 2001; 25: 676-681.

Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest*. 2006; 130: 827-33.

Lafortuna CL, Maffi uletti NA, Agosti F, Sartorio A. Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2005; 29(7): 833-41.

Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Resp Crit Care Med*. 2003; 168:10-48.

Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Effects of obesity and fat distribution on ventilatory function: the normative aging study. *Chest*. 1997; 111(4): 891–98.

Leal AH, Hamasaki TA, Jamami M, Di Lorenzo VAP, Pessoa BV. Comparação entre valores de força muscular respiratória medidos e previstos por diferentes equações. *Fisioterapia e pesquisa*. 2007; 14(3): 25-3.

Leone N, Courbon D, Thomas F, Bean K, Jégo B, Leynaert B, et al. Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009; 179(6): 509–516.

Littleton SW. The impact of obesity on respiratory function. *Respirology*, 2011, aceito para publicação DOI: 10.1111/j.1440-1843.2011.02096.X.

Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *São Paulo Med J*. 2007; 125(4): 215-9.

Mcclean KM, Kee F, Young IS, Elborn JS. Obesity and the lung: Epidemiology. *Thorax*. 2008; 63(7): 649-54.

Melo SMD, Melo VA, Menezes Filho RS, Santos FA. Effects of progressive increase in body weight on lung function in six groups of body mass index. *Rev Assoc Med Bras* 2011; 57(5):499-505.

Murugan AT, Sharma G. Obesity and respiratory diseases. *Chron Respir Dis*. 2008; 5(4): 233.

Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999; 32(6): 719-27.

Nguyen NT, Hinojosa MW, Smith BR, Gray J, Varela E. Improvement of restrictive and obstructive pulmonary mechanics following laparoscopic bariatric surgery. *Surg Endosc*. 2009; 23: 808–12.

O'Brien PE, Dixon JB. The extent of the problem of obesity. *Am J Surg.* 2002; 184: 4–8.

Ochs-Balcom HM, Grant BJ, Muti P, Sempos CT, Freudenheim JL, Trevisan M, et al. Pulmonary function and abdominal adiposity in the general population. *Chest.* 2006; 129: 853-62.

Organização mundial da saúde (WHO). Obesity and overweight, 2006. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/print.html>. Acesso em: 04 de julho de 2011

Organização mundial da saúde (WHO). Waist Circumference and Waist-Hip Ratio Report of a WHO Expert Consultation Geneva, 8–11 December 2008. Disponível: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf)

Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Britto RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev. Bras. Fisioter.* 2007; 11(5): 361-368.

Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatami J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol.* 1992; 18: 10-22.

Pereira CAC. Directives for pulmonary function tests. *J Pneumol.* 2002; 28(3): 1-82.

portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/reportagensEspeciais/default.cfm?pg=dspDetalhes&id\_area=124&CO\_NOTICIA=10078. . Ministério da Saúde: acesso em 10 de junho 2011.

Preis SR, Massaro JM, Hoffmann U, Ralph B, D'Agostino RB, Levy D, et al. Neck Circumference as a Novel Measure of Cardiometabolic Risk: The Framingham Heart Study. *J Clin Endocrinol Metab*, August 2010, 95(8):3701–10.

Rochester, D. Obesity and pulmonary function. In: Alpert, M.; Alexander, J., editors. *The heart and lung in obesity*. Futura Publishing Company; Armonk, NY. 1998; 108-132.

Rolland Y, Lauwers-Cances V, Pahor M, Fillaux J, Grandjean H, Vellas B. Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79(4): 552-7.

Rubinstein I, Zamel N, DuBarry L, Hoffstein V. Airflow limitation in morbidly obese, nonsmoking men. *Ann Intern Med*. 1990; 112(11): 828-32. Erratum in: *Ann Intern Med* 1990; 113(4): 334.

Sahebjami H, Gartside PS. Pulmonary function in obese subjects with a normal FEV1/FVC ratio. *Chest*. 1996; 110: 1425–29.

Sahebjami H. Dyspnea in Obese Healthy Men. *Chest*. 1998; 114: 1373-77.

Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol.* 2010; 108: 206–211.

Santiago-Recuerda A, Gómez-Terreros FJ, Caballero P, et al. Relationship between the upper airway and obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome in morbidly obese women. *Obes Surg.* 2007;17:689–97.

Sievenpiper JL, Jenkins DJ, Josse RG, Leiter LA, Vuksan V. Simple skinfold-thickness measurements complement conventional anthropometric assessments in predicting glucose tolerance. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73: 567-73.

Simões RP, Deus APL, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(1): 60-7.

Simoneau JA, Veerkamp JH, Turcotte LP, Kelley DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle: relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J.* 1999; 13(14): 2051-60.

Sin DD, Jones RL, Man SFP. Obesity is a risk factor for dyspnea but not for airflow obstruction. *Arch Intern Med.* 2002; 162.

Sin DD, Man SF. Impaired lung function and serum leptin in men and women with normal body weight: a population based study. *Thorax* 2003; 58:695–698.

Sin DD, Wu L, Man SF. The relationship between reduced lung function and cardiovascular mortality: a population-based study and a systematic review of the literature. *Chest*. 2005; 127: 195-9.

Sood A. Altered Resting and Exercise Respiratory Physiology in Obesity. *Clin Chest Med*. 2009; 30: 445-454.

Steffes MW, Gross MD, Schreiner PJ, Yu X, Hilner JE, Gingerich R, et al. The effect of adiposity measured by dual-energy X-ray absorptiometry on lung function. *Eur Respir J*. 2008; 32: 85–91.

Sutherland TJ, Goulding A, Grant AM, Cowan JO, Williamson A, Williams SM, et al. The effect of adiposity measured by dual-energy X-ray absorptiometry on lung function. *Eur Respir J* 2008; 32: 85-91.

Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, Mac Donald KG, Cunningham PR, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002; 282 (6): 1191-6.

Teixeira CA, Santos JE, Silva GA, Souza EST, Martinez JAB. Prevalência de dispnéia e possíveis mecanismos fisiopatológicos envolvidos em indivíduos com obesidade graus 2 e 3. *J Bras Pneumol*. 2007; 33(1): 28-35.

Thyagarajan B, Jacobs DR Jr, Apostol GG, Smith LJ, Jensen RL, Crapo RO, et al. Longitudinal association of body mass index with lung function: the CARDIA study. *Respir Res.* 2008; 9:31.

Thyagarajan B, Jacobs JR DR, Smith LJ, Kalha RT, Gross MD, Sood AT, et al. Serum adiponectin is positively associated with lung function in young adults, independent of obesity: The CARDIA study. *Respiratory Research.* 2011; 11: 176.

Watson RA, Pride NB. Postural changes in lung volumes and respiratory resistance in subjects with obesity. *J Appl Physiol.* 2005; 98: 512–517.

Wei YF, Wu HD, Chang CY, et al. The impact of various anthropometric measurements of obesity on pulmonary function in candidates for surgery. *Obes Surg.* 2011; May;20:589-94.

Weiner P, Waizman J, Weiner M, Rabner M, Magadle R, Zamir D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax.* 1998; 53(1): 39-42.

Wells GD, Noseworthy MD, Hamilton J, Tarnopolski M, Tein I. Skeletal muscle metabolic dysfunction in obesity and metabolic syndrome. *Can J Neurol Sci.* 2008; 35(1): 31-40

Womack CJ, Harris DL, Katzel LI, Hagberg JM, Bleecker ER, Goldberg AP. Weight loss, not aerobic exercise, improves pulmonary function in older obese men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 2000 55 (8): 453–457.

Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Lorino AM, Atianm G. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest*. 1993; 103: 1470-6.



**ANEXO 1**

## Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP

 <b>UNIMEP</b> Universidade Metodista de Piracicaba	
CEP-UNIMEP COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	
<b>CERTIFICADO</b>	
Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado " <i>Avaliação da capacidade funcional aeróbia e da função pulmonar em mulheres obesas mórbidas</i> ", sob o protocolo nº <b>19/10</b> , da Pesquisadora <b>Profª, Drª, Eli Maria Pazzianotto Forti</b> está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.	
We certify that the research project with title " <i>Assessment of the aerobic functional capacity and the lung function in morbid obese women</i> ", protocol nº <b>19/10</b> , by Researcher <b>Dr. Eli Maria Pazzianotto Forti</b> , is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.	
Piracicaba, 27 de abril de 2010.	
Prof. Dr. Cesar Romero Amaral Vieira Coordenador do CEP-UNIMEP	Kelly Cristina dos Santos Bemí Secretaria do CEP – UNIMEP

## ANEXO 2

## Questionário de Atividade Física Habitual

<b>QUADRO 1</b> <b>Questionário de atividade física habitual</b>					
Por favor, circule a resposta apropriada para cada questão pensando nos últimos 12 meses:					
1. Você pratica ou praticou esporte ou exercício físico nos últimos 12 meses: sim/não					
Qual esporte ou exercício físico você pratica ou praticou mais freqüentemente?					
- quantas horas por semana?	<input type="text"/>				
- quantos meses por ano?	<input type="text"/>				
Se você faz ou fez um segundo esporte ou exercício físico, qual o tipo?	<input type="text"/>				
- quantas horas por semana?	<input type="text"/>				
- quantos meses por ano?	<input type="text"/>				
2. Em comparação com outros da minha idade, eu penso que minha atividade física durante as horas de lazer é: muito maior/maior/a mesma/menor/muito menor	5	4	3	2	1
3. Durante as horas de lazer eu sudo: muito freqüentemente/freqüentemente/algumas vezes/raramente/nunca	5	4	3	2	1
4. Durante as horas de lazer eu pratico esporte ou exercício físico: nunca/raramente/algumas vezes/freqüentemente/muito freqüentemente	1	2	3	4	5
5. Durante as horas de lazer eu vejo televisão: nunca/raramente/algumas vezes/freqüentemente/muito freqüentemente	1	2	3	4	5
6. Durante as horas de lazer eu ando: nunca/raramente/algumas vezes/freqüentemente/muito freqüentemente	1	2	3	4	5
7. Durante as horas de lazer eu ando de bicicleta: nunca/raramente/algumas vezes/freqüentemente/muito freqüentemente	1	2	3	4	5
8. Durante quantos minutos por dia você anda a pé ou de bicicleta indo e voltando do trabalho, escola ou compras? < 5/5-15/16-30/31-45/> 45	1	2	3	4	5
Total em minutos		<input type="text"/>			

### ANEXO 3

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS VOLUNTÁRIOS QUE PARTICIPARÃO DO PROJETO DE PESQUISA:

#### **“AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL E DA FUNÇÃO PULMONAR EM MULHERES OBESAS”**

**ORIENTADORA: Profa Dra Eli Maria Pazzianotto Forti**

**OBJETIVO DO ESTUDO:** Avaliar a função pulmonar e a capacidade funcional de mulheres obesas.

#### **Possíveis Benefícios**

Os resultados obtidos nesse estudo contribuirão para compreender melhor as alterações causadas pela obesidade. Esse conhecimento pode servir de referência para outros estudos na área da saúde e ajudar a conhecer melhor a obesidade e suas implicações especialmente na capacidade funcional e na função pulmonar de obesas mórbidas.

Eu \_\_\_\_\_, nascido em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, residente à Rua \_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, Bairro \_\_\_\_\_, CEP \_\_\_\_\_, Cidade \_\_\_\_\_, fone(\_\_\_\_) \_\_\_\_\_, RGNº \_\_\_\_\_ CPF nº \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo voluntariamente em participar do projeto de pesquisa acima mencionado.

É de meu conhecimento de que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos e benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário.

Estou ciente de que serei submetido a uma avaliação clínica que constará de anamnese, exames físicos, teste da caminhada, avaliação da função pulmonar e da força muscular respiratória, sendo que estas avaliações serão realizadas num único dia.

Estou ciente que durante a realização da caminhada que é um teste de esforço físico, estarei sujeito aos riscos ligados a execução deste, como cansaço, falta de ar, dor no peito, palidez, sendo mínimas as chances de ocorrerem complicações, inclusive não

há a necessidade da presença de médicos no local, segundo as orientações da Sociedade Torácica Americana (ATS Statement Guidelines for six-minute walk test, 2002).

Os testes de força e de função pulmonar consistem na realização de inspirações e expirações algumas vezes fortes e profundas e algumas vezes lentas ou rápidas dentro de aparelhos que registram minhas inspirações e expirações.

Fui esclarecida de que estes exames não oferecem riscos ou complicações para a saúde, sendo os riscos nestes casos menores que o mínimo especificado na resolução 196/96 do CNS e os desconfortos que poderão ocorrer com os testes de esforço são cansaço muscular, falta de ar à medida que aumenta a intensidade do esforço como se eu estivesse caminhando rápido numa distância longa.

Estou ciente ainda que, será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo de minha privacidade. Ao mesmo tempo assumo o compromisso de retornar para avaliações caso tenha necessidade e seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores. Também concordo que os dados obtidos ou quaisquer informações permaneçam como propriedade exclusiva dos pesquisadores. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação em periódicos científicos.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento, assim como as da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### **Informações gerais**

- A voluntária tem o direito de solicitar qualquer esclarecimento à pesquisadora, à qualquer momento;
- A participação da voluntária pode ser interrompida a qualquer momento, sem que isto lhe traga qualquer penalidade;
- Os procedimentos desta pesquisa estão de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília/DF;
- A pesquisa não revelará a identidade das voluntárias. Os resultados obtidos neste estudo serão divulgados exclusivamente para fins acadêmicos;
- A participação no estudo é voluntária, portanto, não será paga nenhuma quantia, da mesma forma, não trará nenhum gasto financeiro ao voluntário;
- Na eventualidade de qualquer dano, os pesquisadores asseguram o tratamento integral da voluntária sem nenhum custo financeiro.

Profa responsável : Eli Maria Pazzianotto Forti

Fone: (19) 3124-1558 ramal 1241

Piracicaba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura da Voluntária