

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Função pulmonar e muscular respiratória e suas relações com a idade e  
características antropométricas em mulheres

Dayla Sgariboldi

2014

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DAYLA SGARIBOLDI

**FUNÇÃO PULMONAR E MUSCULAR  
RESPIRATÓRIA E SUAS RELAÇÕES COM A  
IDADE E CARACTERÍSTICAS  
ANTROPOMÉTRICAS EM MULHERES**

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.

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

PIRACICABA

2014

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Luciene Cristina Correa Ferreira CRB8/8235

S523f Sgariboldi, Dayla.  
Função pulmonar e muscular respiratória e suas relações com a idade e características antropométricas em mulheres / Dayla Sgariboldi. – 2014.  
70 f. : il.

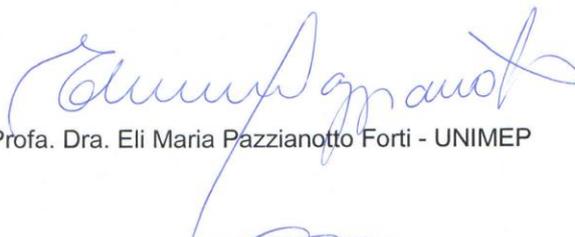
Orientador: Dra Eli Maria Pazzianotto Forti.  
Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências da Saúde /  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia - Universidade Metodista de Piracicaba.  
2014.

1. Obesidade. 2. Espirometria. 3. Pressões Respiratórias Máximas. 4. Músculos Respiratórios. 5. Fisioterapia I. Forti, Eli Maria Pazzianotto. II. Universidade Metodista de Piracicaba. III. Título.

CDU 615.8

Os membros da Banca Examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado de **DAYLA SGARIBOLDI** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, em Sessão Pública realizada em 07 de fevereiro de 2014, consideraram o(a) candidato(a) aprovado(a).

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Eli Maria Pazzianotto Forti - UNIMEP



Prof. Dr. Dirceu Costa - UNINOVE



Prof. Dr. Marcelo de Castro César - UNIMEP

Dedico este trabalho aos meus pais Horácio e Sheila, meus exemplos de vida.

E à minha irmã Marília, minha amiga e companheira, pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por me guiar em todos os momentos.

Aos meus pais Horácio e Sheila pelas oportunidades que me deram para que eu pudesse ter formação pessoal e profissional digna, pelo apoio contínuo em todos esses anos, pelo incentivo a alcançar caminhos cada vez mais distantes e pela valorização dos meus potenciais. Amo muito vocês!

À minha irmã Marília, seu esposo Jônatas e meu querido sobrinho Arthur, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, me ajudando e apoiando.

Aos meus avós Cilas e Donata, pelo exemplo de vida e pela torcida constante por mim.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio, conselhos e incentivos.

À 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.

Às alunas de iniciação científica e amigas Fernanda Aparecida Faria e Jéssica Cristina Carbinatto pelo auxílio e comprometimento no período de coleta.

Agradeço ao Dr. Irineu Rasera Junior e à Clínica Bariátrica de Piracicaba, pelo auxílio na realização desta pesquisa.

Às voluntárias da pesquisa pela disposição e confiança no trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Imaculada de Lima Montebelo, pela contribuição durante o período de análise dos dados.

À Universidade Metodista de Piracicaba, aos colegas do Laboratório de Pesquisa em Avaliação e Intervenção em Fisioterapia Cardiorrespiratória e a todos os funcionários que diretamente ou indiretamente estiveram envolvidos

com a pesquisa, em especial a amiga Patrícia Brigatto, pela amizade e auxílio durante o mestrado.

Aos membros da banca do exame de qualificação e da defesa: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlene Aparecida Moreno, Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar e Prof. Dr. Dirceu Costa, pela leitura cuidadosa do trabalho e sugestões.

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

“A tarefa nem é tanto ver aquilo que ninguém viu,  
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre  
aquilo que todo mundo vê”

Arthur Schopenhauer

## Abreviações e Símbolos

ATS/ERS: *American Thoracic Society/ European Respiratory Society*

CC: circunferência da cintura

CI: capacidade inspiratória

CP: circunferência do pescoço

CPT: capacidade pulmonar total

C/Q: relação cintura/quadril

CRF: capacidade residual funcional

CV: capacidade vital

CVF: capacidade vital forçada

CVL: capacidade vital lenta

FMR: força muscular respiratória

IMC: índice de massa corporal

PEMax: pressão expiratória máxima

PFE: pico de fluxo expiratório

PIMax: pressão inspiratória máxima

RMR: resistência muscular respiratória

SAOS: síndrome da apneia obstrutiva do sono

UNIMEP: Universidade Metodista de Piracicaba

VC: volume corrente

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

VEF<sub>1</sub>/CVF: razão VEF<sub>1</sub>/CVF ou índice de Tiffenau

VR: volume residual

VRE: volume de reserva expiratório

VRI: volume de reserva inspiratório

VVM: ventilação voluntária máxima

WHO: *World Health Organization*

## RESUMO

Fatores como obesidade e idade podem desencadear mudanças na função pulmonar e muscular respiratória. Essas mudanças podem ser explicadas por alterações mecânicas, inflamatórias, adaptação das fibras musculares devido à sobrecarga crônica, alterações na localização de gordura corporal e também pelo passar da idade. A avaliação e interpretação da força muscular respiratória (FMR) na obesidade têm sido discutida na literatura e seus achados se mostram por vezes controversos, uma vez que são escassas equações preditivas da FMR que levem em consideração a massa corporal ou que foram elaboradas a partir da população de obesos. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar possíveis relações da idade, das características antropométricas e da distribuição de gordura corporal com a função pulmonar e muscular respiratória de mulheres e, também, elaborar equações preditivas para a FMR. Trata-se de um estudo transversal, composto de 156 mulheres, com índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 55 kg/m<sup>2</sup> e idade entre 25 e 65 anos. Foram realizadas avaliações das características antropométricas, dos volumes e capacidades pulmonares por meio da espirometria e da FMR por meio das pressões respiratórias máximas, utilizando-se um manovacuômetro. Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, testes de comparação intergrupos ANOVA com post hoc de Tukey e Kruskal Wallis com post hoc de Dunn e testes de regressão linear simples e múltipla com critério de seleção "stepwise". Após testes de regressão, observou-se que a idade exerceu maior influência na capacidade vital lenta (CVL), explicando 35% das suas variações e entre os componentes da CVL, 23% das variações no volume de reserva expiratório (VRE) se devem à idade. A estatura exerceu maior influência nos volumes e capacidades pulmonares, explicando 30% das variações da capacidade vital forçada. A massa corporal explicou 21% das variações da pressão expiratória máxima (PEMax) e 12% das variações da pressão inspiratória máxima (PIMax) e o IMC, 29% das variações do VRE. A circunferência do pescoço (CP) explicou 18% das variações da PEMax e a circunferência da cintura (CC) 29% das variações do VRE. Com base na análise de regressão, novas equações para a PIMax e PEMax foram propostas, levando em consideração a massa corporal. Conclui-se que com o aumento do IMC e da CC contribuem para o declínio do VRE, assim como o passar dos anos, contribui para o declínio da CVL, entretanto, sem comprometer a função pulmonar de mulheres até os 65 anos de idade. A FMR se mantém preservada em mulheres até 65 anos com a mesma classificação de IMC. Entretanto, a FMR aumenta com o aumento da massa corporal e do IMC. Equações preditivas para a FMR de mulheres de 25 a 65 anos levando em consideração a massa corporal podem contribuir para a adequada interpretação do comportamento dos músculos respiratórios na presença da obesidade.

**Palavras-chave:** Obesidade, Espirometria, Pressões Respiratórias Máximas, Músculos Respiratórios, Fisioterapia.

## ABSTRACT

Factors such as obesity and age can initiate changes in pulmonary function and respiratory muscle. These changes can be explained by mechanical and inflammatory changes, adaptation of muscles fibers due to chronic overload, changes in the location of body fat and also by increasing age. The evaluation and interpretation of the respiratory muscle strength (RMS) in obesity have been discussed in the literature and their findings show at times controversial, since there are scarce predictive equations of RMS that consider body mass or which were elaborated from the obese population. Therefore, the objective of this study was to investigate possible relationships of age, anthropometric characteristics and body fat distribution on pulmonary function and respiratory muscle of women, and also to elaborate predictive equations for RMS. This was a cross-sectional study, compound of 156 women, with body mass indexes (BMI) between 18.5 and 55 Kg/m<sup>2</sup> and aged between 25 and 65. Anthropometric characteristics, lung volumes and capacities by spirometry and RMS by maximal respiratory pressures using a manometer were evaluated. It were used the Kolmogorov Smirnov, ANOVA test with post hoc Tukey and Kruskal Wallis test with post hoc Dunn and simple and multiple linear regression testing selection criteria "stepwise". After regression testing, it was observed that age had greater influence in slow vital capacity (SVC), explained 35% of its variations, and among the components of SVC, 23% of the variations in expiratory reserve volume (ERV) are due to age. The height had greater influence in lung volumes and capacities, explained 30% of the variations in forced vital capacity. The body mass explained 21% of variations in maximal expiratory pressure (MEP) and 12% of variations in maximal inspiratory pressure (MIP), and BMI, 29% of the variations in ERV. The neck circumference (NC) explained 18% of variations in MEP and waist circumference (WC) 29% of the variations in ERV. Based on regression analysis, new equations for MIP and MEP were proposed, taking into consideration the body mass. It was concluded that with increasing BMI and WC contribute to the decline of the ERV, as well as years pass contributes to the decline of SVC, however, without compromising pulmonary function in women until 65 years old. The RMS keeps preserved in women until 65 years with the same BMI classification. However, the RMS increases with increasing body mass and BMI. Predictive equations for RMS of women and aged between 25 and 65 taking into consideration the body mass, can contribute to the appropriate interpretation of the behavior of the respiratory muscles in the presence of obesity.

**Key words:** Obesity, Spirometry, Maximal Respiratory Pressures, Respiratory Muscles, Physical Therapy Specialty.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 OBJETIVOS .....	19
3 CASUÍSTICA E MÉTODOS.....	20
3.1 TIPO DE PESQUISA/DESENHO DO ESTUDO.....	20
3.2 CÁLCULO AMOSTRAL.....	20
3.3 AMOSTRAGEM/CASUÍSTICA .....	21
3.3.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	21
3.3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	21
3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	21
3.4.1 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA.....	23
3.4.2 MEDIDAS DOS VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES .....	24
3.4.3 MEDIDAS DAS PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS .....	25
3.5 TRATAMENTO DOS DADOS .....	26
4 RESULTADOS .....	28
5 DISCUSSÃO .....	45
6 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO 1.....	70

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade tornou-se uma epidemia mundial e tem sido considerada um problema de saúde pública. Em 2008, mais de 1,4 bilhões de adultos estavam acima do peso e destes, quase 300 milhões eram mulheres (WHO, 2012). No Brasil, 56% da população sofre com excesso de peso, sendo 13% classificada como obesa (Portal Saúde, 2011).

Segundo o Consenso Bariátrico Brasileiro (2006), a obesidade é de origem multifatorial, com determinantes genéticos e ambientais, sendo caracterizada por um excesso relativo ou absoluto das reservas corporais de gordura e quando apresentada de forma crônica, resulta em prejuízos para a saúde, com o aparecimento de diversas comorbidades (Yurcisin, Gaddor e DeMaria, 2009) dentre essas, o desenvolvimento de doenças respiratórias, como a síndrome da hipoventilação e apnéia obstrutiva do sono (Wei et al.,2011). Também promove alterações no trabalho ventilatório, na força muscular respiratória, na troca gasosa, na responsividade das vias aéreas e nas variáveis espirométricas (Sood, 2009).

Embora já esteja descrito na literatura a associação entre a obesidade e a função pulmonar, alguns estudos ainda buscam compreender melhor o comportamento da função pulmonar na obesidade mórbida (Nguyen et al.,2009; Salome; King e Berend, 2010). Alterações mecânicas e inflamatórias são os principais fatores que explicam as alterações da função pulmonar na presença da obesidade. O efeito mecânico pode ser explicado pelo excesso de tecido adiposo no tórax e abdome diminuindo a complacência da parede torácica e aumentando a pressão abdominal (Collins et al.,1995;

Forti et al.,2009). Os efeitos inflamatórios são decorrentes da secreção de adipocinas inflamatórias pelo tecido adiposo, promovendo inflamação alveolar e posterior fechamento prematuro de pequenas vias aéreas (Fogarty et al.,2007; Thyagarajan et al., 2011).

Dentre as alterações da função pulmonar, estudos relatam que a capacidade vital (CV) e a capacidade pulmonar total (CPT) são pouco influenciadas pela obesidade, porém a capacidade residual funcional (CRF) e o volume de reserva expiratório (VRE) podem estar severamente reduzidos (Gibson, 2000; Sutherland et al., 2008; Sood, 2009). Com o aumento do índice de massa corporal (IMC), a capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) tendem a diminuir (Salome; King e Berend, 2010), porém, esses achados variam de acordo com a idade, com a distribuição de gordura e o grau de obesidade (Lazarus, Sparrow e Weiss, 1997).

Em revisão sistemática da literatura, foi evidenciado que indivíduos que apresentam maiores graus de obesidade ou que apresentam distribuição central de gordura apresentam diminuição do VRE, da CVF e do  $VEF_1$  de forma mais pronunciada (Barcelar et al., 2011).

Há relatos também de que as cargas mecânicas adicionais na parede torácica e no músculo diafragma reduzem a complacência torácica, acarretando maior trabalho respiratório. Portanto, a presença de obesidade e a deposição de gordura central comprometem a força e a capacidade de resistência dos músculos respiratórios, a troca gasosa e por fim a capacidade

de realizar exercícios físicos (Collins et al., 1995; Sue, 1997; Koenig, 2001; Milani; Lavie; Mehra, 2004; Poulain et al., 2005; Rossi et al., 2008).

Quanto à resistência muscular respiratória (RMR), Sahebjami e Gartside (1996) avaliaram a RMR por meio da ventilação voluntária máxima (VVM), e observaram que 67% dos obesos apresentaram a VVM, abaixo de 80% dos valores previstos, caracterizando diminuição da RMR na presença da obesidade. Por outro lado, Hamouni et al. (2006), observaram que a VVM diminui em indivíduos com IMC mais elevados, entretanto, ainda permanece dentro dos padrões de normalidade, ou seja, maior que 80% dos valores previstos, caracterizando a preservação da RMR na obesidade.

À exemplo dos relatos sobre a RMR, em relação ao comportamento da força muscular respiratória (FMR) ainda existem controvérsias na obesidade, e especialmente na obesidade mórbida. Estudos afirmam que em sujeitos obesos pode ser encontrada a ineficiência do músculo diafragma, justificada pelo aumento da resistência elástica decorrente do excesso de tecido adiposo, acarretando desvantagem mecânica aos músculos respiratórios (Weiner et al., 1998; O'Brien e Dixon, 2002). Outros autores relatam a diminuição da FMR pela presença de infiltração de gordura intramuscular (Wells et al., 2008; Haugaard et al., 2009).

Em contraste, outros autores apontam o aumento da força muscular nos obesos mórbidos em função das características histológicas e metabólicas específicas, tendo assim um aumento na massa magra e uma contração muscular mais potente (Simoneau et al., 1999; Hulens et al., 2001).

As controvérsias existentes na literatura sobre o comportamento dos músculos respiratórios, sobretudo, a FMR, podem ser explicada por diferentes metodologias utilizadas nos estudos e pela tendência em comparar a FMR de obesas mórbidas com eutróficas ou com equações preditivas que não foram elaboradas a partir da população de obesos e assim, não levam em consideração a massa corporal.

Pode-se encontrar na literatura equações para obtenção de valores previstos de normalidade da FMR, medida pelas pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PIMax e PEMax, respectivamente) para várias populações. Black e Hyatt (1969), Neder et al. (1999) e Costa et al. (2010), propuseram valores de referências da PIMax e PEMax por meio de equações de normalidade, levando em consideração o gênero e a idade e em populações de não obesos. Em estudo realizado com 140 indivíduos sedentários saudáveis entre 20 e 89 anos, Simões et al. (2010) investigaram a relação da PIMax e PEMax com a idade, gênero, estatura e massa corporal e propuseram equações preditivas. Estes autores constataram que, para mulheres, a idade e a massa corporal tiveram influência negativa sobre as medidas da PIMax e PEMax, porém vale ressaltar que a população estudada, apresentava IMC menor que  $30 \text{ kg/m}^2$ , ou seja, não obesos.

Entretanto, segundo Harik-Khan et al. (1998), a FMR apresenta relação com a idade, gênero, massa corporal, estatura e área de superfície corpórea. Diante desse achado, os autores elaboraram uma equação preditiva para as medidas da PIMax levando em consideração além do gênero e estatura, a massa corporal. Porém, não foram encontradas na literatura

equações que estabeleçam valores preditivos para a PEmax levando em consideração a massa corporal, evidenciando a necessidade de elaboração de equações preditivas para a PIMax e PEmax de obesos e obesos mórbidos, uma vez que as características antropométricas podem influenciar o seu comportamento.

Além da obesidade, o envelhecimento também pode influenciar a função pulmonar uma vez que com o passar dos anos ocorrem alterações corporais como diminuição da estatura, da massa corporal, substituição dos músculos por tecido adiposo, desencadeando fraqueza muscular, que por consequência leva a alterações na mecânica pulmonar (Ruivo et al., 2009; Tramont et al., 2009). Chan e Welsh (1998) relataram sobre as principais alterações que ocorrem na função pulmonar com o envelhecimento, destacando a diminuição do VEF<sub>1</sub> e da CVF, aumento do volume residual (VR) e CRF, além de declínio da FMR.

Diante disso, a hipótese deste estudo é que as características antropométricas e a distribuição de gordura corporal podem ser fatores causadores de alteração do comportamento da função pulmonar e muscular respiratória de mulheres, especialmente com o passar da idade. Além disso, a elaboração de equação preditiva para a PIMax e PEmax levando em consideração a massa corporal pode favorecer a fidedignidade da interpretação e assim, conclusões sobre a FMR de mulheres de 25 a 65 anos com diferentes graus de obesidade.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Explorar possíveis relações da idade, das características antropométricas e da distribuição de gordura corporal com a função pulmonar e muscular respiratória em mulheres.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a influência da idade na função pulmonar e muscular respiratória,
- Avaliar a influência da estatura, da massa corporal e do índice de massa corporal na função pulmonar e muscular respiratória,
- Avaliar a influência da distribuição de gordura corporal na função pulmonar e muscular respiratória,
- Elaborar equação preditiva para a força muscular respiratória de mulheres, levando em consideração as características antropométricas.

### **3 CASUÍSTICA E MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA/ DESENHO DO ESTUDO**

Trata-se de estudo transversal, observacional, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) sob o parecer nº 48/12 (Anexo 1). Todas as voluntárias assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram respeitadas todas as normas de conduta experimental com seres humanos, seguindo as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

As atividades experimentais foram realizadas no laboratório de Pesquisa em Avaliação e Intervenção em Fisioterapia Cardiorrespiratória da UNIMEP.

#### **3.2 CÁLCULO AMOSTRAL**

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado com base em estudo piloto, sendo considerada a correlação significativa entre o IMC e a PIMax. Utilizou-se para o cálculo o valor de  $r = 0,35$ . Utilizou-se o teste de correlação linear, adotando-se um poder estatístico de 95% e um alfa de 0,05. Assim, determinou-se um número mínimo de 101 voluntárias. O processamento do cálculo amostral foi realizado por meio do software BioEstat versão 5.3 (Belém, Brasil). As 101 voluntárias foram alocadas em 16 grupos de acordo com a idade e o IMC. Para a homogeneização dos grupos em relação ao número de voluntárias, cada grupo obteve no mínimo seis voluntárias.

### **3.3 AMOSTRAGEM/CASUÍSTICA**

A triagem inicial das voluntárias foi realizada em clínica de tratamento da obesidade na cidade de Piracicaba e na comunidade, por meio de convite. Foram avaliadas 156 mulheres, que atenderam aos seguintes critérios:

#### **3.3.1 Critérios de inclusão**

Mulheres com IMC entre 18,5 e 55 kg/m<sup>2</sup>, com idade entre 25 e 65 anos, estilo de vida sedentário segundo o Questionário de Baecke, Burema e Frejeters (1982) e que aceitaram a participar do estudo.

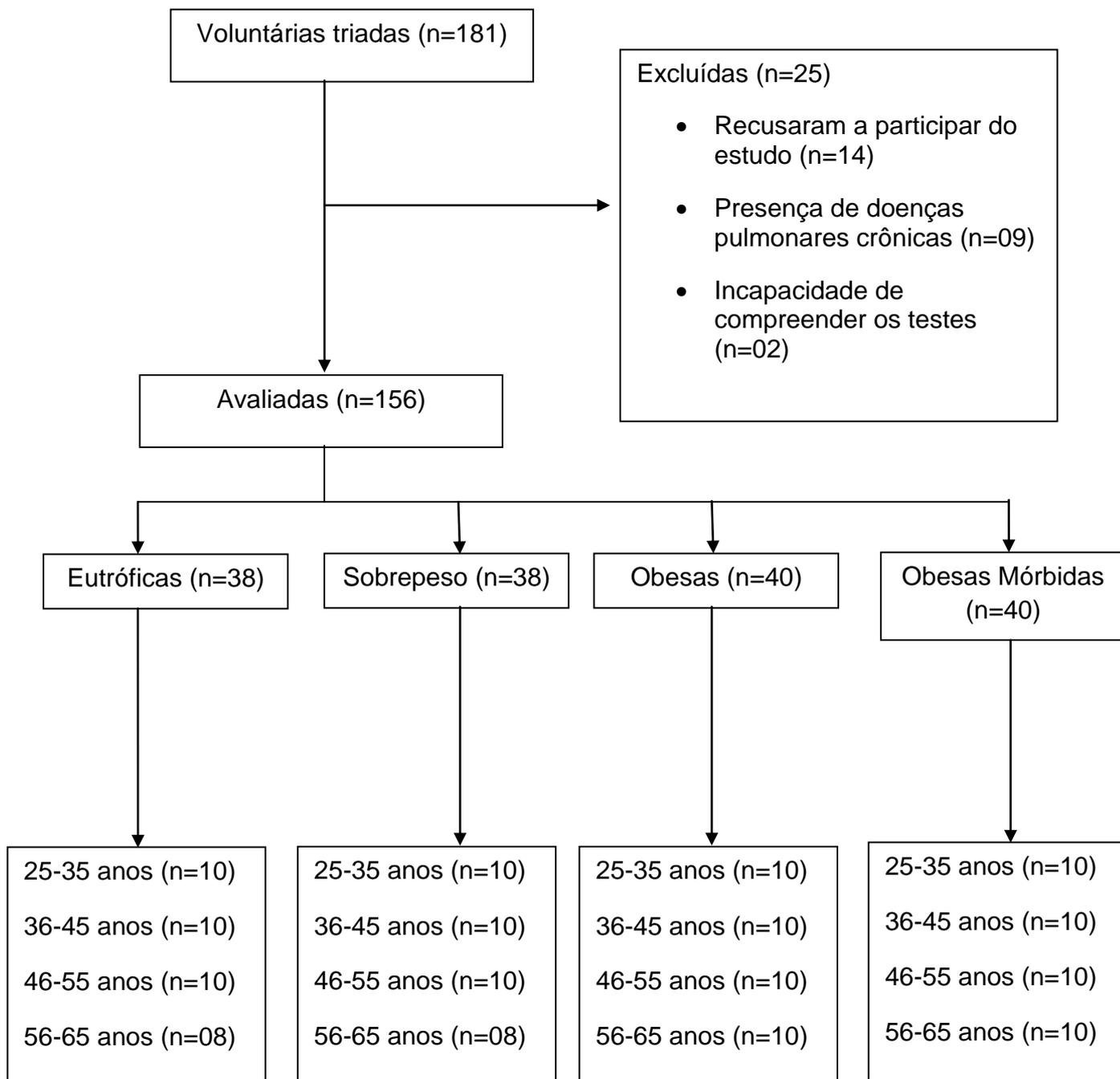
#### **3.3.2 Critérios de exclusão**

Presença de hipertensão arterial sistêmica e diabetes descompensadas, cardiopatias, alterações pulmonares crônicas e asma e infecções respiratórias nas últimas duas semanas, tabagismo e incapacidade e/ou recusa em realizar os procedimentos de avaliação.

### **3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

Para o presente estudo, foram triadas 181 voluntárias, destas, 25 foram excluídas conforme os critérios estabelecidos. Portanto, foram avaliadas 156 mulheres, alocadas por conveniência em grupos de acordo com o IMC e a faixa etária. As voluntárias foram classificadas e separadas em grupos: eutróficas as voluntárias que apresentavam IMC entre 18,5 e 24,99 kg/m<sup>2</sup>, sobrepeso com o IMC entre 25 e 29,99 kg/m<sup>2</sup>, obesas com o IMC entre 30 e 39,99 kg/m<sup>2</sup> e obesidade mórbida, as voluntárias que apresentaram IMC entre

40 e 55 kg/m<sup>2</sup>. Cada grupo de classificação do IMC foi subdividido em quatro subgrupos de acordo com a idade. As voluntárias que apresentavam, a saber: 25 a 35 anos; 36 a 45 anos; 46 a 55 anos e 56 a 65 anos, conforme fluxograma apresentado a seguir (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma do estudo.

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

Para a realização do procedimento experimental, o laboratório foi devidamente preparado e climatizado artificialmente com a temperatura ambiente controlada por equipamento de ar condicionado Split (Trane, Curitiba/Brasil) entre 22 e 24°C e a umidade relativa do ar por umidificador mantendo-se entre 40 e 60%. As medidas de temperatura e umidade foram registradas por um termo-higrômetro digital (Incoterm, Lid/China).

#### **3.4.1 Avaliação Antropométrica**

As voluntárias permaneceram em posição ortostática, sem sapatos, e com roupas leves. A massa corporal foi obtida por meio de uma balança digital (*Filizola*® São Paulo/Brasil) devidamente aferida, com capacidade máxima de 300 kg e resolução de 100 gramas. A estatura foi verificada por um estadiômetro de parede (*Wiso*, São José/Brasil), 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) foi medida no ponto médio entre a margem da última costela e a margem superior da crista ilíaca e, a circunferência do quadril (CQ) foi medida no nível do trocanter maior do fêmur (Sievenpiper et al., 2001). As medidas

foram expressas em centímetros (cm). A relação cintura quadril (C/Q) foi obtida por meio da equação: medida da CC/medida da CQ.

### **3.4.2 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, Itália), com calibração realizada diariamente, antes de cada exame espirométrico, seguindo as normas preconizadas pelas diretrizes para testes de função pulmonar (Pereira, 2002) e pela *American Thoracic Society e European Respiratory Society* (ATS/ERS, 2005). As voluntárias realizaram repouso por 10 minutos antes do teste e permaneceram sentadas na qual foram devidamente orientadas sobre a realização das manobras e utilizarem clipe nasal.

Foram realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), CVF e VVM. Seguindo os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade preconizados pelas diretrizes para testes de função pulmonar (Pereira, 2002), os valores de CVL diferiram menos de 0,10 litros entre as medidas, e foi computada a de maior valor. O VRE, volume de reserva inspiratório (VRI) e o volume corrente (VC) foram retirados da curva de maior valor da CVL, situado dentro dos critérios de aceitabilidade.

As curvas volume-tempo e fluxo-volume foram realizados 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 CVF diferiram menos de 0,15 litros entre as medidas.

Posteriormente foi computada a medida de maior valor de CVF. Para o valor do pico de fluxo expiratório (PFE), os três maiores valores diferiram até 0,5 litros, sendo computado o maior valor.

O  $VEF_1$  e a razão  $VEF_1/CVF$  foram retirados da curva de maior valor de PFE, situado dentro dos critérios de aceitabilidade.

As manobras foram realizadas até serem obtidas três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis, não excedendo mais que oito tentativas. Os valores foram expressos em litros e em porcentagem do previsto, segundo as equações estabelecidas para a população brasileira (Pereira, 1992).

A VVM foi realizada seguindo os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade, seguindo as normas preconizadas pelas diretrizes para testes de função pulmonar (Pereira, 2002), na qual os dois maiores valores diferiram menos que 10% entre eles. Posteriormente foi computado o maior valor.

Os valores da VVM foram obtidos diretamente, durante manobras de inspirações e expirações máximas, que tiveram duração de 12 segundos, extrapolando-se o valor da medida para um minuto. Foram expressos em litros/minutos e em porcentagem do previsto, segundo equações estabelecidas para a população brasileira (Pereira, 1992).

### **3.4.3 Medidas das pressões respiratórias máximas**

Para a avaliação da FMR foram realizadas manobras de PIMax e PEMax. Foi utilizado um manovacuômetro analógico, da marca Critical Med, EUA, com intervalo operacional de 0 a  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O, devidamente equipado com um adaptador de bocais de plástico rígido, contendo um pequeno orifício

de 2 milímetros de diâmetro interno, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da pressão da cavidade oral, gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com o fechamento da glote. A PIMax foi medida a partir do VR e a PEMax a partir da CPT, sendo o esforço sustentado por pelo menos dois segundos (Black e Hyatt, 1969). Para a realização dessas medidas as voluntárias foram orientadas a permanecerem sentadas com os pés apoiados e usarem clipe nasal.

Todas as voluntárias realizaram pelo menos três esforços de inspiração e expiração máximos, tecnicamente aceitáveis e reproduzíveis, ou seja, sem vazamento de ar perioral, sustentado por pelo menos dois segundos (Black e Hyatt, 1969) e com valores próximos entre si ( $\leq 10\%$ ). Para a análise dos dados, o valor mais alto foi registrado (Neder et al., 1999).

### **3.5 TRATAMENTO DOS DADOS**

Para a análise estatística foram utilizados os softwares SPSS versão 17.0, BioEstat versão 5.3 e R versão 3.0.1. Para a verificação da normalidade dos dados foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov.

Para a comparação intergrupos, foi utilizado o teste de ANOVA com post hoc de Tukey para os dados paramétricos (CVL, VRI, VC, CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF, PEMax e VVM) e o teste de Kruskal Wallis com post hoc de Dunn para os dados não paramétricos (PFE e PIMax).

Na sequência, foram realizadas as análises de regressão linear simples para verificar as possíveis relações da idade com a função pulmonar e muscular respiratória e a análise de regressão linear múltipla com critério de

seleção “*stepwise*” para averiguar as possíveis relações da massa corporal, estatura, IMC, CP, CC, CQ e C/Q no comportamento da função pulmonar e muscular respiratória de mulheres.

Para elaboração das equações preditivas para a FMR em mulheres, também foi utilizado o teste de regressão linear múltipla com critério de seleção “*stepwise*”, utilizando-se a idade e todas as variáveis avaliadas no estudo. Logo após, foi elaborada outra equação preditiva para a FMR, levando em consideração apenas a massa corporal como variável preditiva. Para a elaboração dessa equação, foi utilizado o teste de regressão linear simples.

Para a análise de comparação dos dados das variáveis espirométricas, foram utilizados os valores em porcentagem do previsto, exceto para VRI e VC que foram utilizados em valores absolutos.

Os dados descritivos estão expressos em média e desvio padrão.

Para todas as análises adotou-se nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS

As tabelas de 1 a 7 se referem à idade, características antropométricas, distribuição de gordura corporal, variáveis espirométricas e da função muscular respiratória. As tabelas de 8 a 10 apresentam os resultados das relações da idade, das características antropométricas e da distribuição de gordura corporal com a função pulmonar e muscular respiratória. As tabelas 11 a 13 apresentam as equações preditivas propostas e como usá-las.

Na tabela 1, estão apresentadas as características antropométricas das voluntárias estudadas.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão das medidas das características antropométricas das 156 voluntárias estudadas distribuídas nos grupos de acordo com a classificação do IMC e a faixa etária.

	<i>Idade (anos)</i>	<b>Eutróficas</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesas</b>	<b>Obesas Mórbridas</b>
<b>Massa Corporal (kg)</b>	<b>25-35</b>	58,38±4,30	71,50±7,32	94,84±15,80	123,50±14,20
	<b>36-45</b>	58,25±7,04	72,85±4,16	96,38±8,85	122,09±20,00
	<b>46-55</b>	54,94±6,24	70,66±4,79	87,28±10,70	115,80±15,20
	<b>56-65</b>	59,99±3,24	68,50±4,96	80,79±6,26	104,78±8,20
<b>Estatura (m)</b>	<b>25-35</b>	1,64±0,03	1,62±0,05	1,61±0,06	1,63±0,05
	<b>36-45</b>	1,61±0,06	1,65±0,04	1,63±0,04	1,59±0,05
	<b>46-55</b>	1,58±0,06	1,61±0,06	1,57±0,07	1,59±0,06
	<b>56-65</b>	1,61±0,04	1,58±0,06	1,55±0,02	1,54±0,02
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>25-35</b>	21,78±1,75	27,18±1,69	36,42±4,78	46,37±5,07
	<b>36-45</b>	22,43±2,01	26,90±1,34	36,03±2,06	47,86±5,36
	<b>46-55</b>	22,13±2,02	27,41±1,48	35,15±2,41	45,58±5,03
	<b>56-65</b>	23,17±0,54	27,55±0,71	33,61±2,9	44,42±2,54

IMC: índice de massa corporal.

A tabela 2 apresenta as medidas da distribuição de gordura corporal das voluntárias estudadas.

**Tabela 2.** Média e desvio padrão das medidas das circunferências do pescoço (CP), da cintura (CC), do quadril (CQ) e a relação cintura/quadril (C/Q) das 156 voluntárias estudadas.

	<b>Idade (anos)</b>	<b>Eutróficas</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesas</b>	<b>Obesas Mórbidas</b>
<b>CP (cm)</b>	<b>25-35</b>	32,25±2,22	34,15±2,01	36,42±4,78	40,40±2,84
	<b>36-45</b>	31,03±2,07	33,95±1,72	38,80±2,63	41,30±2,45
	<b>46-55</b>	30,35±2,41	33,75±2,06	40,05±2,67	41,50±2,33
	<b>56-65</b>	31,88±1,90	33,25±1,98	36,45±1,49	38,80±2,56
<b>CC (cm)</b>	<b>25-35</b>	80,65±6,23	89,00±12,77	109,40±13,9	126,50±13,2
	<b>36-45</b>	79,80±7,54	91,65±5,48	110,40±6,58	133,00±16,52
	<b>46-55</b>	78,20±7,40	89,95±8,24	111,00±8,76	126,90±10,82
	<b>56-65</b>	81,56±5,43	94,88±2,37	107,95±6,6	122,55±7,11
<b>CQ (cm)</b>	<b>25-35</b>	98,10±3,51	106,90±5,40	125,00±13,30	141,00±8,75
	<b>36-45</b>	97,35±5,58	107,30±3,80	124,50±8,63	145,10±16,00
	<b>46-55</b>	93,50±6,14	106,40±4,90	115,90±6,40	132,15±10,90
	<b>56-65</b>	95,63±5,70	104,38±3,00	113,45±9,99	126,40±4,29
<b>C/Q</b>	<b>25-35</b>	0,82±0,08	0,83±0,08	0,87±0,03	0,90±0,09
	<b>36-45</b>	0,82±0,06	0,85±0,07	0,89±0,06	0,92±0,04
	<b>46-55</b>	0,84±0,13	0,85±0,06	0,96±0,05	0,97±0,11
	<b>56-65</b>	0,85±0,05	0,91±0,01	0,96±0,08	0,97±0,04

Sobre a distribuição de gordura corporal, pode-se observar na tabela 2, que voluntárias obesas de 46-55 anos e obesas mórbidas das faixas etárias de 25-35, 36-45 e 46-55 anos apresentaram valores de CP acima dos valores de normalidade referenciados pela literatura. Voluntárias eutróficas de 25-35 e

56-65 anos, voluntárias com sobrepeso, obesas e obesas mórbidas das quatro faixas etárias estudadas (25-35, 36-45, 46-55 e 56-65 anos) apresentaram valores da CC maiores que 80 cm.

Sobre a C/Q, voluntárias com sobrepeso de 25-35, 36-45 e 56-65, voluntárias obesas e obesas mórbidas das quatro faixas etárias estudadas, apresentaram valores da C/Q acima dos valores de normalidade referenciados pela literatura.

As tabelas 3 e 4 apresentam as medidas da capacidade vital lenta (CVL) e de seus componentes: volume de reserva expiratório (VRE), volume de reserva inspiratório (VRI) e volume corrente (VC) das voluntárias estudadas.

**Tabela 3.** Média e desvio padrão das medidas da Capacidade vital lenta (CVL) em valores absolutos e em porcentagem do previsto das 156 voluntárias.

	<b>Idade (anos)</b>	<b>Valores</b>	<b>Eutróficas</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesas</b>	<b>Obesas Mórbidas</b>
<b>CVL (L)</b>	<b>25-35</b>	absol	3,71±0,32	3,68±0,51	3,44±0,48	3,21±0,41
		%prev	102,55±9,16	103,52±16,35	97,10±12,28	90,25±11,35
	<b>36-45</b>	absol	3,12±0,63	3,15±0,31	2,95±0,60	2,89±0,62
		%prev	93,12±17,03	91,02±9,54	90,42±15,57	88,45±15,6
	<b>46-55</b>	absol	2,83±0,34	2,95±0,36	2,79±0,51	2,65±0,33
		%prev	90,57±13,33	89,97±13,99	86,25±12,25	86,36±9,63
	<b>56-65</b>	absol	2,54±0,40	2,40±0,39	2,62±0,51	2,40±0,45
		%prev	85,43±15,04	85,22±10,89	85,20±19,29	86,35±14,63

absol: valores absolutos, %prev: porcentagem do previsto

Na comparação intergrupos de voluntárias com IMCs diferentes e na mesma faixa etária, em porcentagem do previsto, não houve diferença significativa entre as classificações do IMC em relação à CVL. Para a faixa

etária de 25-35 anos ( $p=0,1134$ ), 36-45 anos ( $p=0,8000$ ), 46-55 anos ( $p=0,8965$ ) e por último para a faixa etária de 56-65 anos ( $p=0,9790$ ), evidenciando preservação da CVL em mulheres eutróficas, com sobrepeso, obesas e obesas mórbidas da mesma faixa etária.

Em relação à comparação por diferentes faixas etárias e mesma classificação de IMC (intragrupos), não houve diferença significativa entre os grupos: eutróficas ( $p=0,0843$ ) sobrepeso ( $p=0,0745$ ), obesas ( $p=0,5499$ ) e obesas mórbidas ( $p=0,7491$ ), ou seja, a CVL manteve-se preservada até os 65 anos independente do IMC. Pode-se também notar que as voluntárias apresentaram valores dentro da normalidade para a CVL, ou seja, maior que 80% do previsto.

**Tabela 4.** Média e desvio padrão das medidas dos componentes da capacidade vital lenta (CVL): volume de reserva expiratório (VRE), em valores absolutos e em porcentagem do previsto, volume de reserva inspiratório (VRI) e volume corrente (VC) em valores absolutos, das 156 voluntárias.

	<i>Idade (anos)</i>	<i>Valores</i>	<i>Eutróficas</i>	<i>Sobrepeso</i>	<i>Obesas</i>	<i>Obesas Mórbidas</i>	
<b>VRE<sup>‡</sup></b> <b>(L)</b>	<b>25-35<sup>*</sup></b>	absol	1,25±0,21	0,94±0,45	0,62±0,29	0,34±0,16	
		%prev	100,4±15,16	76,16±37,20	49,65±15,80	27,28±13,68	
	<b>36-45<sup>**</sup></b>	absol	0,80±0,24	0,68±0,40	0,35±0,16	0,28±0,28	
		%prev	72,94±22,18	63,87±38,44	47,43±23,43	25,56±25,73	
	<b>46-55<sup>#</sup></b>	absol	0,68±0,31	0,61±0,27	0,30±0,22	0,17±0,15	
		%prev	72,39±35,70	65,47±29,72	32,24±22,54	18,54±16,71	
	<b>56-65<sup>#</sup></b>	absol	0,41±0,19	0,40±0,21	0,21±0,17	0,13±0,11	
		%prev	51,49±21,42	51,2±25,50	26,56±22,43	15,41±13,24	
	<b>VRI<sup>‡</sup></b> <b>(L)</b>	<b>25-35<sup>*</sup></b>	absol	1,60±0,47	1,73±0,66	1,79±0,69	1,90±0,34
		<b>36-45<sup>#</sup></b>	absol	1,46±0,61	1,46±0,34	1,61±0,50	1,80±0,32
		<b>46-55<sup>#</sup></b>	absol	1,29±0,61	1,45±0,51	1,59±0,39	1,70±0,51

*continua*

**conclusão****Tabela 4**

	<b>Idade (anos)</b>	<b>Valores</b>	<b>Eutróficas</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesas</b>	<b>Obesas Mórbidas</b>
<b>VRI<sup>‡</sup> (L)</b>	<b>56-65<sup>#</sup></b>	absol	1,28±0,46	1,45±0,5	1,54±0,51	1,66±0,39
	<b>25-35</b>	absol	0,86±0,27	1,01±0,3	1,03±0,24	0,97±0,29
<b>VC<sup>*</sup> (L)</b>	<b>36-45</b>	absol	0,86±0,55	1,01±0,24	0,99±0,32	0,81±0,34
	<b>46-55</b>	absol	0,86±0,47	0,89±0,41	0,90±0,36	0,78±0,32
	<b>56-65</b>	absol	0,85±0,3	0,55±0,32	0,87±0,24	0,61±0,26

absol: absoluto, % prev: porcentagem do previsto.\*p<0,05 diferença significativa quando comparado eutróficas com obesas, eutróficas com obesas mórbidas e sobrepeso com obesas mórbidas. \*\*p<0,05 diferença significativa quando comparado eutróficas com obesas mórbidas. <sup>#</sup>p<0,05 diferença significativa quando comparado eutróficas e obesas mórbidas e quando comparado sobrepeso com obesas mórbidas. <sup>\*</sup>p<0,05 diferença significativa quando comparado a faixa etária de 25-35 com a de 56-65 anos.

Na comparação intergrupos de voluntárias com IMCs diferentes e na mesma faixa etária, pode-se observar que as medidas do VRE apresentaram diferenças significativas na faixa etária de 25-35 anos quando comparado eutróficas com obesas, eutróficas com obesas mórbidas e sobrepeso com obesas mórbidas. Na faixa etária de 36-45 anos houve diferença significativa quando comparado voluntárias eutróficas com obesas mórbidas. Nas faixas etárias de 46-55 e 56-65 anos, houve diferença significativa quando comparado eutróficas com obesas mórbidas e quando comparado sobrepeso com obesas mórbidas, evidenciando o declínio do VRE com o aumento do IMC.

Em relação ao VRI, pode-se observar que apresentou diferença significativa na faixa etária de 25-35 anos quando comparadas eutróficas com obesas, eutróficas com obesas mórbidas e sobrepeso com obesas mórbidas. Na faixa etária de 36-45, 46-55 e 56-65 anos, houve diferença significativa quando comparadas voluntárias eutróficas com obesas mórbidas e sobrepeso com obesas mórbidas, evidenciando aumento do VRI com o aumento do IMC.

Por fim, o VC não apresentou diferença significativa na comparação entre os grupos de diferentes IMCs por faixas etárias: 25-35 anos ( $p=0,5403$ ), 36-45 anos ( $p=0,1996$ ), 46-55 anos ( $p=0,9603$ ) e 56-65 anos ( $p=0,0560$ ).

Já na comparação intergrupos em diferentes faixas etárias e mesma classificação de IMC, pode-se observar que não houve diferença significativa para o VRE, VRI e VC: eutróficas ( $p=0,4213$ ;  $p=0,5733$  e  $p=0,9998$ ), sobrepeso ( $p=0,5388$ ;  $p=0,6035$  e  $p=0,3970$ ), obesas ( $p=0,0696$ ;  $p=0,2773$  e  $p=0,6214$ ) e obesas mórbidas ( $p=0,0787$ ;  $p=0,5919$  e  $p=0,0835$ ) respectivamente. Assim fica evidenciado a preservação dos componentes da CVL até os 65 anos de idade de mulheres eutróficas, com sobrepeso, obesas e obesas mórbidas.

Ainda na tabela 4, pode-se observar que exceto para o grupo de eutróficas de 25-35 anos, os demais grupos apresentaram valores do VRE abaixo da normalidade, ou seja, menores que 80% do previsto. Já para o VRI, este se encontrou aumentado em obesas mórbidas quando comparadas com eutróficas e com voluntárias com sobrepeso e o VC manteve-se preservado em diferentes IMCs.

A tabela 5 apresenta as medidas da capacidade vital forçada (CVF), do volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), do pico de fluxo expiratório (PFE) e da razão  $VEF_1/CVF$ .

**Tabela 5.** Média e desvio padrão das medidas em valores absolutos e em porcentagem do previsto da capacidade vital forçada (CVF), do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), do pico de fluxo expiratório (PFE) e da razão VEF<sub>1</sub>/CVF das 156 voluntárias.

	Idade (anos)	Valores	Eutróficas	Sobrepeso	Obesas	Obesas Mórbidas	
<b>CVF (L)</b>	<b>25-35</b>	absol	3,69±0,35	3,51±0,52	3,36±0,55	3,38±0,45	
		%prev	101,77±8,69	97,59±12,59	93,26±16,71	93,13±11,37	
	<b>36-45</b>	absol	3,39±0,59	3,37±0,46	3,18±0,64	2,79±0,43	
		%prev	101,14±14,20	98,98±14,61	93,26±16,71	84,52±12,16	
	<b>46-55</b>	absol	3,14±0,36	3,03±0,49	2,67±0,50	2,59±0,41	
		%prev	100,12±10,70	96,37±16,36	88,14±12,78	83,59±13,89	
	<b>56-65</b>	absol	2,73±0,48	2,71±0,36	2,57±0,64	2,31±0,51	
		%prev	90,85±16,75	90,73±10,91	90,15±24,21	83,58±16,85	
	<b>VEF<sub>1</sub> (L)</b>	<b>25-35</b>	absol	3,36±0,30	3,12±0,41	2,92±0,52	2,90±0,35
			%prev	107,86±7,40	100,62±11,03	96,77±14,8	94,15±9,45
		<b>36-45</b>	absol	2,87±0,40	2,85±0,40	2,76±0,50	2,49±0,47
			%prev	101,57±11,80	97,72±12,3	96,56±14,69	88,86±16,34
<b>46-55</b>		absol	2,70±0,42	2,69±0,32	2,29±0,45	2,27±0,38	
		%prev	104,5±16,53	104,5±14,13	91,55±15,74	88,84±16,80	
<b>56-65</b>		absol	2,22±0,26	2,22±0,23	2,21±0,64	2,00±0,49	
		%prev	92,92±12,15	92,72±12	91,41±31,73	88,56±21,38	
<b>PFE (L/seg)</b>		<b>25-35</b>	absol	7,02±0,89	6,99±1,26	6,46±1,03	6,42±0,62
			%prev	100,4±11,22	100,4±16,77	94,83±14,99	92,76±10,56
		<b>36-45</b>	absol	6,01±1,07	6,01±0,74	5,97±1,29	5,85±1,4
			%prev	91,78±15,64	90,03±12,03	89,98±17,69	89,98±21,09
	<b>46-55</b>	absol	6,01±1,23	6,07±0,99	5,53±0,83	5,40±1,18	
		%prev	95,52±18,52	90,03±12,03	87,69±8,61	87,61±19,53	
	<b>56-65</b>	absol	5,04±0,85	4,96±1,12	4,89±1,71	4,86±1,06	
		%prev	85,03±14,73	84,4±17,38	84,40±28,46	84,40±19,32	

*continua*

## conclusão

Tabela 5

	<b>Idade (anos)</b>	<b>Valores</b>	<b>Eutróficas</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesas</b>	<b>Obesas Mórbidas</b>
	<b>25-35</b>	absol	91,9±4,42	92,03±3,29	88,76±5,28	87,38±6,29
		%prev	106,54±5,51	106,27±3,8	107,03±15,4	101,53±6,82
<b>VEF<sub>1</sub>/</b>	<b>36-45</b>	absol	88,94±5,48	88,21±4,13	88,77±6,22	85,07±6,31
	<b>CVF</b>	%prev	106,34±6,19	106,23±4,21	106,52±7,42	101,52±7,85
	<b>46-55</b>	absol	86,35±6,66	87,95±7,02	86,83±3,43	81,61±1,08
		%prev	106,18±8,59	106,37±12,68	106,49±3,79	101,65±4,89
	<b>56-65</b>	absol	84,61±4,83	84±2,97	85,55±5,47	82,36±2,65
		%prev	106,59±6,14	105,94±3,83	105,25±8,57	101,09±14,09

absol: absoluto, % prev: porcentagem do predito

Ao comparar diferentes IMCs na mesma faixa etária, pode-se observar que não houve diferença significativa da CVF: 25-35 anos ( $p=0,5724$ ), 36-45 anos ( $p=0,0574$ ), 46-55 anos ( $p=0,0545$ ) e 56-65 anos ( $p=0,8154$ ), do VEF<sub>1</sub>: 25-35 anos ( $p=0,0635$ ), 36-45 anos ( $p=0,2811$ ), 46-55 anos ( $p=0,0751$ ) e 56-65 anos ( $p=0,8470$ ), do PFE: 25-35 anos ( $p=0,3864$ ), 36-45 anos ( $p=0,9942$ ), 46-55 anos ( $p=0,5653$ ) e 56-65 anos ( $p=0,9993$ ), e por fim, da razão VEF<sub>1</sub>/CVF: 25-35 anos ( $p=0,5517$ ), 36-45 anos ( $p=0,3155$ ), 46-55 anos ( $p=0,5407$ ) e 56-65 anos ( $p=0,6292$ ). Com isso, pode-se evidenciar preservação da CVF, do VEF<sub>1</sub>, do PFE e da razão VEF<sub>1</sub>/CVF em diferentes classificações do IMC na mesma faixa etária.

Já na comparação intergrupos em diferentes faixas etárias e mesma classificação de IMC, não foram observadas diferenças significativas para CVF, VEF<sub>1</sub>, PFE e VEF<sub>1</sub>/CVF para eutróficas ( $p=0,3142$ ;  $p=0,1232$ ;  $p=0,1017$  e  $p=0,9989$ ), com sobrepeso ( $p=0,6764$ ;  $p=0,2993$ ;  $p=0,1984$  e  $p=0,9993$ ), obesas ( $p=0,8345$ ;  $p=0,9143$ ;  $p=0,7752$  e  $p=0,7710$ ) e para obesas mórbidas

( $p=0,1630$ ;  $p=0,8683$ ;  $p=0,8218$  e  $p=0,9990$ ) respectivamente, evidenciando manutenção dessas variáveis até os 65 anos em mulheres eutróficas, com sobrepeso, obesas e obesas mórbidas.

Na tabela 6 apresenta as medidas da VVM expressas em valores absolutos e em porcentagem do previsto das voluntárias estudadas.

**Tabela 6.** Média e desvio padrão das medidas da Ventilação Voluntária Máxima (VVM) em valores absolutos e em porcentagem do previsto, das 156 voluntárias distribuídas nos grupos.

	Idade (anos)	Valores	Eutróficas**	Sobrepeso	Obesas	Obesas Mórbidas
VVM (L/min)	25-35	absol	115,01±25,83	113,43±26,91	105,02±24,60	101,00±17,52
		%prev	86,40±17,48	86,40±18,48	81,17±16,90	77,20±14,32
	36-45	absol	94,91±23,76	106,32±16,72	115,12±31,70	115,13±24,62
		%prev	78,08±19,60	90,6±18,70	93,52±24,60	95,20±18,78
	46-55	absol	90,50±18,16	98,35±19,12	98,52±25,77	99,87±22,99
		%prev	80,40±17,68	88,09±20,20	89,10±19,95	89,90±19,50
	56-65*	absol	62,58±10,55	84,41±7,39	84,45±16,77	105,09±19,54
		%prev	59,40±10,15	82,22±6,12	85,31±16,70	110,60±21,80

absol: absoluto, % prev: porcentagem do previsto.\* $p<0,01$  diferença significativa quando comparado eutróficas com sobrepeso, eutróficas com obesas, eutróficas com obesas mórbidas, sobrepeso com obesas mórbidas e voluntárias obesas com obesas mórbidas.\*\*  $p<0,01$  diferença significativa quando comparado voluntárias eutróficas de 25-35 anos com eutróficas na faixa etária de 56-65 anos.

Na comparação intergrupos de voluntárias com IMCs diferentes e na mesma faixa etária pode-se observar diferença significativa apenas na faixa etária de 56-65 anos, quando comparadas eutróficas com sobrepeso, eutróficas com obesas, eutróficas com obesas mórbidas, sobrepeso com obesas mórbidas e voluntárias obesas com obesas mórbidas, caracterizando maior RMR em obesas mórbidas na faixa etária de 56-65 anos. Para as demais faixas etárias estudadas, não foram encontradas diferenças significativas entre

a classificação do IMC: 25-35 anos ( $p=0,6014$ ), 36-45 anos ( $p=0,3461$ ) e 46-55 anos ( $p=0,7108$ ).

Já na comparação intergrupos em diferentes faixas etárias e mesma classificação de IMC, pode-se observar diferença significativa no grupo de eutróficas quando comparada a faixa etária de 25-35 anos com a faixa etária de 56-65 anos, mostrando redução da RMR em eutróficas mais velhas quando comparado com as mais jovens. Nas demais comparações, pode-se observar que não houve diferença significativa para a VVM, evidenciando preservação da RMR até os 65 anos de voluntárias com sobrepeso ( $p=0,8052$ ), obesas ( $p=0,5814$ ) e obesas mórbidas ( $p=0,0785$ ).

Observa-se na tabela 7 as medidas da PIMax e PEMax obtidas das 156 voluntárias estudadas.

**Tabela 7.** Média e desvio padrão das medidas da PIMax e PEMax obtidas das 156 voluntárias.

	Idade (anos)	Eutróficas	Sobrepeso	Obesas	Obesas Mórbidas
<b>PIMax Obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>25-35</b>	-78,50±12,05	-84,00±18,41	-84,50±19,25	-98,00±14,69
	<b>36-45</b>	-84,00±16,85	-87,00±12,88	-87,50±6,02	-96,50±17,61
	<b>46-55</b>	-74,00±19,08	-74,20±18,29	-81,00±12,20	-88,00±13,45
	<b>56-65*</b>	-74,38±13,33	-85,62±11,84	-90,50±15,88	-93,00±14,87
<b>PEMax Obtida (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>25-35</b>	85,00±18,03	90,40±13,46	98,50±18,98	108,00±20,88
	<b>36-45**</b>	87,50±15,53	102,00±11,87	103,50±15,50	106,50±14,15
	<b>46-55&amp;</b>	84,50±17,10	84,50±13,68	100,00±19,50	106,50±20,25
	<b>56-65&amp;</b>	78,75±9,60	82,50±10,90	97,00±10,77	98,00±14,35

PIMax: pressão inspiratória máxima, PEMax: pressão expiratória máxima. \* $p<0,05$  diferença significativa quando comparado eutróficas com obesas mórbidas. \*\* $p<0,05$  diferença significativa quando comparado eutróficas com obesas mórbidas. & $p<0,05$  diferença significativa quando comparado eutróficas com obesas e eutróficas com obesas mórbidas.

Na comparação intergrupos por diferentes classificações do IMC e na mesma faixa etária, pode-se observar diferença significativa para a PIMax na faixa etária de 56-65 anos quando comparadas eutróficas com obesas mórbidas, evidenciando maior força muscular inspiratória nas obesas mórbidas dessa faixa etária. Para as demais faixas etárias, não houve diferença significativa: 25-35 anos ( $p=0,0941$ ), 36-45 anos ( $p=0,6295$ ) e 46-55 anos ( $p=0,2130$ ).

Em relação à PEMax, houve diferença significativa na faixa etária de 36-45 anos quando comparado eutróficas com obesas mórbidas. Nas faixas etárias de 46-55 e 56-65 anos houve diferença significativa quando comparado voluntárias eutróficas com obesas e eutróficas com obesas mórbidas, evidenciando maior força muscular expiratória nas obesas mórbidas de 36-45, 46-55 e 56-65 anos quando comparado com eutróficas da mesma faixa etária. A faixa etária de 25-35 anos não apresentou diferença significativa entre as voluntárias com diferentes IMCs ( $p=0,0542$ ).

Ao comparar os grupos por diferentes faixas etárias e mesma classificação do IMC, pode-se observar que não houve diferença significativa da PIMax em voluntárias eutróficas ( $p=0,5536$ ), com sobrepeso ( $p=0,3315$ ), obesas ( $p=0,1844$ ) e obesas mórbidas ( $p=0,4648$ ). Em relação à comparação da PEMax também não foram observadas diferenças significativas para eutróficas ( $p=0,7362$ ), com sobrepeso ( $p=0,7564$ ), obesas ( $p=0,8585$ ) e obesas mórbidas ( $p=0,6253$ ) evidenciando que com o passar dos anos há preservação da FMR até os 65 anos de idade para mulheres com a mesma classificação do IMC.

Logo após, foram realizadas as análises de regressão linear, a fim de verificar possíveis relações das variáveis avaliadas com a função pulmonar e muscular respiratória.

A tabela 8 apresenta as relações da idade no comportamento da função pulmonar e da FMR.

**Tabela 8.** Resultados da análise de regressão linear simples, utilizando a variável explicativa idade, no comportamento da função pulmonar e muscular respiratória, das 156 mulheres estudadas.

	Constante	Beta	r	R <sup>2</sup>	IC (95%)		p valor
<i>Idade</i>					<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior</i>	
<b>CVL</b>	4,45	-0,033	-0,59	0,35	-0,041	-0,026	
<b>VEF<sub>1</sub></b>	4,00	-0,03	-0,57	0,33	-0,037	-0,023	
<b>CVF</b>	4,36	-0,03	-0,51	0,26	-0,038	-0,022	
<b>VRE</b>	1,28	-0,02	-0,46	0,23	-0,022	-0,012	<0,0001
<b>PFE</b>	8,38	-0,05	-0,47	0,22	-0,073	-0,040	
<b>VVM</b>	138,66	-0,87	-0,37	0,14	-1,214	-0,522	
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	95,28	-0,18	-0,31	0,10	-0,271	-0,097	
<b>VRI</b>	2,01	-0,01	-0,20	0,04	-0,018	-0,002	
<b>VC</b>	1,18	-0,007	-0,21	0,04	-0,012	-0,002	

CVL: capacidade vital lenta, VRE: volume de reserva expiratório, VRI: volume de reserva inspiratório, VC: volume corrente, CVF: capacidade vital forçada, VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo, PFE: pico de fluxo expiratório, VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo com a capacidade vital forçada, VVM: ventilação voluntária máxima e PEmax: pressão expiratória máxima.

Com base nesses resultados, pode-se observar que a variável que sofreu maior influência da idade foi a CVL, na qual, 35% das suas variações podem ser explicadas pela idade, seguido pelo VEF<sub>1</sub> (33%). Os componentes da CVL são o VRE, o VRI e o VC e, ao observar a tabela 8, pôde-se constatar

que 23% das variações do VRE se devem à idade. Assim sendo, a CVL é a variável que sofreu maior influência da idade, e dentre os seus componentes, o VRE.

A tabela 9 apresenta as relações das características antropométricas no comportamento da função pulmonar e da FMR.

**Tabela 9.** Resultados da análise de regressão linear múltipla, utilizando a estatura, a massa corporal e o IMC como variáveis explicativas, no comportamento da função pulmonar e muscular respiratória, das 156 mulheres estudadas.

		Constante	Beta	r	R <sup>2</sup>	IC (95%)		p valor
						Limite Inferior	Limite Superior	
	<b>CVF</b>	-6,25	5,80	0,54	0,30	4,390	7,216	
	<b>VEF<sub>1</sub></b>	-5,50	5,08	0,53	0,28	3,799	6,357	
<b>Estatura</b>	<b>CVL</b>	-4,80	4,85	0,47	0,22	3,409	6,298	
	<b>PFE</b>	-5,24	6,94	0,32	0,10	3,651	10,225	
	<b>VVM</b>	-99,87	124,91	0,29	0,09	59,884	189,945	<0,0001
	<b>PEMax</b>	66,45	0,338	0,47	0,21	0,234	0,442	
<b>Massa Corporal</b>	<b>PIMax</b>	65,60	0,232	0,34	0,12	0,131	0,334	
	<b>VRI</b>	1,02	0,006	0,30	0,09	0,0003	0,010	
	<b>VRE</b>	1,24	-0,02	-0,60	0,29	-0,028	-0,016	
<b>IMC</b>	<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	92,35	-0,16	-0,18	0,06	-0,261	-0,058	

CVL: capacidade vital lenta, VRE: volume de reserva expiratório, VRI: volume de reserva inspiratório, CVF: capacidade vital forçada, VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo, PFE: pico de fluxo expiratório, VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo com a capacidade vital forçada, VVM: ventilação voluntária máxima, PIMax: pressão inspiratória máxima e PEmax: pressão expiratória máxima.

Pode-se observar, que a variável que sofreu maior influência da estatura foi a CVF, evidenciando que 30% das suas variações são explicadas pela estatura, seguido do VEF<sub>1</sub> (28%). A massa corporal exerceu maior

influência nas pressões respiratórias máximas, explicando 21% das variações da PEmax e 12% das variações da PIMax. O IMC exerceu maior influência no VRE, explicando 29% das suas variações.

A tabela 10 apresenta as relações da distribuição de gordura corporal no comportamento da função pulmonar e da FMR.

**Tabela 10.** Resultados da análise de regressão linear múltipla, utilizando a distribuição de gordura corporal como variáveis explicativas, no comportamento da função pulmonar e muscular respiratória, das 156 mulheres estudadas.

		Constante	Beta	r	R <sup>2</sup>	IC (95%)		p valor
						Limite Inferior	Limite Superior	
<b>CP</b>	<b>PEMax</b>	30,24	1,80	0,42	0,18	1,194	2,400	
	<b>VRE</b>	1,58	-0,01	-0,61	0,29	-0,013	-0,008	
	<b>VRI</b>	0,70	0,008	0,32	0,10	0,004	0,012	
<b>CC</b>	<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	96,27	-0,09	-0,29	0,09	-0,136	-0,043	
	<b>PIMax</b>	59,36	0,25	0,28	0,09	0,127	0,377	<0,0001
	<b>VVM</b>	75,25	0,24	0,19	0,04	0,048	0,435	
	<b>CVF</b>	4,92	-2,13	-0,30	0,09	-3,195	-1,062	
<b>C/Q</b>	<b>VEF<sub>1</sub></b>	4,33	-1,92	-0,30	0,09	-2,873	-0,962	
	<b>CVL</b>	4,46	-1,69	-0,25	0,06	-2,749	-0,645	
	<b>VC</b>	1,57	-0,78	-0,19	0,04	-1,412	-0,156	

CP: circunferência do pescoço, CC: circunferência da cintura, CQ: circunferência do quadril, C/Q: relação cintura quadril, CVL: capacidade vital lenta, VRE: volume de reserva expiratório, VRI: volume de reserva inspiratório, VC: volume corrente, CVF: capacidade vital forçada, VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo com a capacidade vital forçada, PIMax: pressão inspiratória máxima e PEmax: pressão expiratória máxima.

Pode-se observar, que a variável que sofreu maior influência da CP foi a PEmax. Assim sendo, 18% das variações da PEmax podem ser

explicadas pela CP. A CC exerceu maior influência no VRE, explicando 29% das suas variações.

Para a elaboração da primeira equação preditiva para a PIMax e PEMax, foi utilizado como variáveis preditivas a idade e todas as variáveis avaliadas no estudo e logo após, foi realizada a seleção das variáveis pelo modelo estatístico (Tabela 11).

**Tabela 11.** Equações preditivas para PIMax e PEMax em mulheres de 25 a 65 anos, levando em consideração as características antropométricas, de acordo com as variáveis selecionadas pelo modelo estatístico.

	Equação	R <sup>2</sup> ajustado	QME	Limite inferior IC (95%)	Limite superior IC (95%)	p valor
<b>PIMax cmH<sub>2</sub>O</b>	-274,0 -2,51 x IMC - 0,26 x CC + 2,32 x CQ + 291,70 x C/Q + 0,016 x IMC x CC - 2,76 x CQ x C/Q	0,13	15,76	-305,14	-242,85	<0,0001
<b>PEMax cmH<sub>2</sub>O</b>	-0,18 +41,43 x estatura - 0,87 x IMC	0,20	16,39	-32,55	32,19	<0,0001

PIMax: pressão inspiratória máxima, PEMax: pressão expiratória máxima, IMC: índice de massa corporal, CP: circunferência do pescoço, CC: circunferência da cintura, CQ: circunferência do quadril, C/Q: relação cintura/quadril, R<sup>2</sup> ajustado: coeficiente de determinação ajustado, QME: quadrado médio do erro (estimativa do erro padrão), IC: intervalo de confiança de 95%.

Pode-se observar que, para a PIMax, o IMC, a CC, a CQ e a C/Q foram as variáveis que após a seleção, permaneceram no modelo estatístico, mostrando que são as que mais contribuem para as variações da PIMax.

Em relação à PEMax, a estatura e o IMC foram as variáveis que permaneceram no modelo estatístico após a seleção, mostrando que são as que mais contribuem para variações da PEMax.

Logo após, foi elaborada uma nova equação para a PIMax e PEMax, levando em consideração apenas a massa corporal como variável preditiva, uma vez que na análise de regressão a massa corporal foi a que mais contribuiu para as variações da PIMax e PEMax e também pelo fato de optarmos por equações mais simples e fáceis de serem realizadas na prática clínica (tabela 12).

**Tabela 12.** Equações preditivas para PIMax e PEMax em mulheres de 25 a 65 anos levando em consideração a massa corporal como variável preditiva.

	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>QME</b>	<b>Limite inferior IC (95%)</b>	<b>Limite superior IC (95%)</b>	<b>p valor</b>
<b><i>PIMax</i> <i>cmH<sub>2</sub>O</i></b>	-0,23 x massa -65,60	0,11	15,94	-97,08	-34,11	<0,0001
<b><i>PEMax</i> <i>cmH<sub>2</sub>O</i></b>	0,34 x massa +66,44	0,20	16,37	34,10	98,77	<0,0001

PIMax: pressão inspiratória máxima, PEMax: pressão expiratória máxima, IMC: índice de massa corporal, R<sup>2</sup> ajustado: coeficiente de determinação ajustado, QME: quadrado médio do erro (estimativa do erro padrão) IC: intervalo de confiança de 95%.

Podemos observar na tabela 13, exemplos de como realizar o cálculo das equações preditivas para a PIMax e PEMax de mulheres de 25 a 65 anos, levando em consideração apenas a massa corporal.

**Tabela 13.** Cálculo para as equações preditivas da PIMax e PEmax levando em consideração a massa corporal para mulheres de 25 a 65 anos de idade.

<b>Massa Corporal (kg)</b>	<b>PIMax (cmH<sub>2</sub>O)</b> <i>(-0,23 x massa -65,60)</i>	<b>PEMax (cmH<sub>2</sub>O)</b> <i>(0,34 x massa +66,44)</i>
50	-77,1	83,44
60	-79,4	86,84
70	-81,7	90,24
80	-84	93,64
90	-86,3	97,04
100	-88,6	100,44
110	-90,9	103,84
120	-93,2	107,24
130	-95,5	110,64
140	-97,8	114,04
150	-100,1	117,44

PIMax: pressão inspiratória máxima, PEmax: pressão expiratória máxima

## 5 DISCUSSÃO

Esse estudo propõe avaliar os efeitos da idade, das características antropométricas e da distribuição de gordura corporal na função pulmonar muscular respiratória, estudando mulheres de faixas etárias e IMCs diferentes. Busca também elucidar, por meio de uma população de mulheres, se as características antropométricas e a distribuição de gordura corporal diferenciadas, essencialmente em função das diferenças na massa corporal e medidas das circunferências, poderiam estar relacionadas com alterações na função pulmonar e muscular respiratória. E ainda, se a associação dessas características com o aumento da idade poderiam potencializar essas alterações, uma vez que a literatura aponta a deposição de gordura no tórax e no abdome (Sood, 2009) e o envelhecimento (Ruivo et al., 2009) como as principais causas da diminuição dos volumes pulmonares e de alterações na mecânica dos músculos respiratórios.

- Influência da idade na função pulmonar e muscular respiratória

Os achados do estudo evidenciaram que mulheres até 65 anos de idade apresentaram a função pulmonar e a FMR preservada.

Os achados sobre a preservação da função pulmonar podem ser explicados por Murray (1976), que revela que o desempenho funcional máximo do pulmão é atingido em torno dos 25 anos, após esse período, tem início uma lenta e progressiva perda da capacidade funcional do pulmão, entretanto, em condições de proporcionar adequada troca gasosa mesmo em idade avançada na ausência de doenças pulmonares.

O estudo foi composto por mulheres de 25 anos (que provavelmente se encontravam em máxima capacidade funcional do pulmão) até mulheres de 65 anos (que provavelmente não estavam passando por alterações do envelhecimento) e vale ressaltar também que a presença de doenças pulmonares crônicas foi critério de exclusão do estudo, justificando, portanto a preservação da função pulmonar até os 65 anos de idade.

Embora a CVL mantenha-se preservada até os 65 anos, nas mulheres estudadas, ao realizar a análise de regressão, observou-se que a idade explica 35% das variações da CVL e dentre os seus componentes, a idade contribui 23% para as variações do VRE. Na análise de comparação do VRE em diferentes faixas etárias e mesma classificação de IMC, pode-se observar redução significativa do VRE na faixa etária de 56-65 quando comparado com a faixa etária de 25-35 anos.

Esses resultados em relação a CVL e o VRE, corroboram com os achados de Matsudo et al. (2002) que relataram que com o aumento da idade, ocorrem alterações no sistema respiratório e dentre essas, a diminuição da CVL.

Em relação à FMR, o estudo evidenciou preservação até os 65 anos. Esse fato, neste estudo pode ser explicado pelo relato de Turner et al.(1968) que afirmaram que indivíduos com idade entre 20 e 60 anos (faixa etária semelhante à deste estudo), a relação de peso do pulmão com a massa corporal não diminuiu, o que sugere ou pouca/nenhuma destruição do parênquima pulmão ou a substituição de tecidos.

De acordo com alguns estudos (Chen e Kuo, 1989; Enright et al.,1994; Bruschi et al.,1992), a FMR diminui aproximadamente 8-10% por década a partir dos 40 anos, no entanto, a preservação da FMR até os 65 anos em nosso estudo, pode ser justificada pelo fato de as voluntárias não serem classificadas como idosas e nem apresentarem doenças pulmonares crônicas, sugerindo que não sofriam as alterações do processo de envelhecimento.

- Influência das características antropométricas na função pulmonar e muscular respiratória

Os achados do estudo evidenciaram que as características antropométricas contribuíram para alterações na função pulmonar e muscular respiratória.

Em relação às análises de regressão entre as características antropométricas e função pulmonar e FMR, encontrou-se que a estatura contribuiu para alterações na função pulmonar, explicando 30% das variações da CVF e 28% das variações do VEF<sub>1</sub>. Esses achados podem ser explicados por Barud et al.(1991) que encontraram correlações da estatura com o tamanho dos pulmões, os quais concluem que a estatura é um dos mais importantes fatores previsores dos volumes e capacidades pulmonares.

Sobre a massa corporal, segundo as análises de regressão, foi a que mais contribuiu para as variações das pressões respiratórias máximas, explicando 21% das variações da PEmax e 12% das variações da PImax, evidenciando que com o aumento da massa corporal ocorre aumento da FMR.

Santiago-Recuerda et al. (2007), relataram que o aumento da força dos músculos respiratórios com o aumento da massa corporal se deve pela

inversão do tipo de fibra muscular, justificada por adaptação à sobrecarga crônica que acompanha a obesidade. Wannamethee, Shaper e Whincup (2005) e Sutherland et al. (2008) relataram que o aumento da FMR se deve ao aumento da massa magra, justificando maior FMR em obesos e obesos mórbidos. Não foi objetivo de o estudo avaliar separadamente a massa magra da massa gorda, porém sugere-se que estudos sejam realizados, pois essa avaliação poderia esclarecer qual das duas estaria exercendo maior influência, ou sendo influenciada pela FMR.

Ao comparar a FMR das voluntárias com diferentes classificações do IMC na mesma faixa etária, observou-se que obesas e obesas mórbidas apresentaram maiores valores quando comparados com as voluntárias eutróficas, para PIMax na faixa etária de 56-65 anos e para PEMax nas faixas etárias de 36-45, 46-55 e 56-65 anos. Esses achados podem ser explicados pelo estudo de Tanner et al.(2002) que evidenciaram redução na porcentagem relativa de fibras do tipo I em relação às fibras do tipo II, do músculo reto abdominal de obesas quando comparada às eutróficas e também corroboram com os resultados de Costa et al. (2010) que encontraram maiores valores da PIMax e PEMax nas obesas em comparação às eutróficas.

Portanto, se na obesidade, pode ser encontrada uma maior porcentagem de fibras do tipo II, e estas estão relacionadas com alto poder de contração e baixa resistência, conseqüentemente, a redução na resistência dos músculos respiratórios poderia retardar ou comprometer a evolução pós-operatória de indivíduos obesos mórbidos, especialmente aqueles submetidos à cirurgias abdominais, como o surgimento da síndrome da hipoventilação

alveolar (Eichenberger et al.,2002), uma vez que músculos respiratórios necessitam de maior resistência à fadiga do que poder de contração muscular (Recieri, 2001).

Em relação ao IMC, ficou evidenciado que a variável que sofreu maior influência, sendo esta negativa, foi o VRE, mostrando que 29% das suas variações podem ser explicados pelo IMC. Na comparação intergrupos, pode-se observar declínio do VRE em obesas mórbidas de 25 a 65 anos quando comparado com eutróficas.

Esses resultados concordam com achados de outros estudos da função pulmonar em obesos, que o efeito mais consistente da obesidade sobre a função pulmonar é a redução do VRE, ou seja, estudos demonstram que à medida que aumenta o IMC, o VRE diminui (Ladosky; Botelho e Albuquerque, 2001; Rasslan et al.,2004; Lotti et al.,2005; Jones e Nzekwu, 2006). Esses efeitos podem ser justificados pela presença de gordura abdominal que leva a um deslocamento cranial do músculo diafragma, ocasionando diminuição do VRE e ao mesmo tempo contribuindo para que o músculo diafragma entre em desvantagem mecânica (Koenig, 2001). Outro fator que pode explicar seu declínio é a redução da complacência total do pulmão (Inselman; Chander e Sptizer, 2004).

A importância clínica da redução do VRE é a possibilidade de ocorrência de áreas de atelectasias (Young et al.,2003), alteração na relação ventilação/perfusão levando à hipoxemia arterial (Ceylan et al., 2009 ;Salome; King e Berend, 2010) e presença de dispneia (Sin; Jones e Man, 2002; El Gamal et al., 2005; Teixeira et al., 2007; Launoi et al.,2012). Dessa forma,

torna-se relevante a elaboração de estratégias da fisioterapia respiratória que contribuam para a preservação da troca gasosa e restauração de volumes e capacidades pulmonares em obesas mórbidas.

Pode-se observar neste estudo, que com o decréscimo do VRE nas obesas mórbidas, houve um aumento significativo do VRI. Este achado corrobora com os achados de Rasslan et al.(2004) que mostraram redução da CRF com conseqüente aumento da capacidade inspiratória (CI) em obesos. Estes autores sugerem que este aumento da CI pode indicar a complacência pulmonar normal e uma capacidade dos músculos respiratórios em compensar, mesmo que temporariamente, o excesso de peso no tórax e abdome. Sood (2009), também encontrou em seu estudo que o VRE estava severamente reduzido nas obesas mórbidas, e que a fim de manter a CVL preservada, ocorreu um aumento da CI.

- Influência da distribuição de gordura corporal na função pulmonar e muscular respiratória

Os achados do estudo evidenciaram que a distribuição de gordura corporal contribuiu para alterações na função pulmonar e muscular respiratória.

Em relação à circunferência do pescoço, a PEmax foi a variável que mais sofreu influência, sendo que 18% das suas variações podem ser explicadas pela CP, ou seja, quanto maiores os valores de CP, maiores foram as PEmax. Esses achados estão de acordo com os achados de Gonçalves et al. (2010), que evidenciaram que indivíduos com maior adiposidade na região do pescoço (CP acima de 43 cm) apresentaram maiores valores de PEmax, sugerindo que o excesso de gordura do pescoço pode sobrecarregar os músculos respiratórios.

Assim, se na presença de obesidade, ocorrem esforços físicos diários para mover o corpo na tentativa da estrutura músculo esquelética manter o corpo ereto (Simoneau et al., 1999; Hulens et al., 2001), esses esforços, podem promover adaptações nas fibras musculares, sobretudo no reto abdominal, ocorrendo inversão do tipo de fibras com maior quantidade de fibras do tipo II em obesos (Tanner et al., 2002), podendo-se assim justificar os maiores valores da PEmax na obesidade, uma vez que o músculo reto abdominal é um músculo acessório da expiração recrutado durante as expirações ativas frente ao esforço.

A importância clínica é que o IMC e depósitos de gordura na região do pescoço podem estar associados à diminuição na área orofaríngea durante a inspiração, precipitando o colapso da via aérea superior e assim a síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) (Resta et al., 2003). Assim, maiores valores da CP predispõe o indivíduo à SAOS (Series et al., 1995; Mortimore, Bennett e Douglas, 2000; Dixon e O'Brien, 2003; Lee et al., 2009), que é uma co-morbidade respiratória que acompanha a obesidade.

A CC exerceu maior influência no VRE, sendo evidenciado que 29% das suas variações podem ser explicados pela CC.

Sabe-se que de um modo geral, a obesidade acarreta alterações na função pulmonar, no entanto, a magnitude dessas alterações pode não estar associada com o grau de obesidade e sim com a distribuição de gordura corporal. Estudos tem sugerido que a redução da função pulmonar pode ser mais acentuada com a distribuição central de gordura do que com a

classificação do IMC (Harik-Khan, Wise e Fleg, 2001; Bottai et al., 2002; Ochs-Balcom et al., 2006).

Outros estudos encontraram redução da função pulmonar com o aumento das medidas de CC e C/Q, sugerindo que com o aumento da deposição de gordura abdominal, ocorre redução do volume torácico e ineficiência da mecânica torácica (Harik-Khan, Wise e Fleg, 2001; Leone et al., 2009; Gabrielsen et al., 2011; Wei et al., 2011; Park et al., 2012; Scott et al., 2012). A importância clínica é que com essas alterações na função pulmonar, indivíduos obesos e obesos mórbidos podem apresentar respirações rápidas e superficiais, podendo eventualmente desenvolver atelectasias parciais (Park et al., 2003).

Segundo a Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (2011) medidas da CP maiores que 33,6 cm em eutróficas; 37,5 cm em sobrepeso e maiores que 39,2 cm em obesas e obesas mórbidas são indicativos de alto risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. No estudo, obesas na faixa etária de 46-55 anos e obesas mórbidas na faixa etária de 25-35; 36-45 e 46-55 anos apresentaram valores acima da normalidade.

Quando são encontrados valores da CC igual ou superior a 80 cm (WHO, 2008), também é considerado indicativo de risco aumentando para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Voluntárias eutróficas nas faixas etária de 25-35 e 56-65 anos, voluntárias com sobrepeso, obesas e obesas mórbidas das quatro faixas etárias estudadas apresentam valores maiores que 80 cm.

Sobre C/Q, valores maiores que 0,82 para mulheres jovens e maiores que 0,90 para as mais velhas (Bray e Gray, 1988), também são indicativos de muito alto risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Em nosso estudo, voluntárias com sobrepeso nas faixas etárias de 25-35; 36-45 e 56-65 anos e voluntárias obesas e obesas mórbidas das quatro faixas etárias estudadas apresentaram valores acima da normalidade.

Pode-se observar em nosso estudo, que algumas voluntárias de acordo com a classificação do IMC e a faixa etária, foram classificadas em alto risco para o desenvolvimento de eventos cardiovasculares. Portanto, a distribuição central de gordura tem sido utilizada para identificar indivíduos com maior risco respiratório e cardiovascular e confirmando a hipótese do nosso estudo de que pode ser um fator mecânico causador de alteração na FMR e na redução de volumes e capacidades pulmonares, entretanto sem causar distúrbios ventilatórios.

Os resultados do nosso estudo sugerem a importância em avaliar a distribuição de gordura corporal e suas correlações com a função pulmonar e com a FMR de indivíduos obesos, não só para confirmar diagnósticos de comorbidades e/ou outras alterações associadas com o acúmulo de gordura corporal, mas também para monitorar sua possível influência na mecânica pulmonar e nos músculos respiratórios, além de suas implicações práticas para o prognóstico de complicações respiratórias pós-operatórias.

Foi observado pela análise de regressão, que a CC é uma medida que contribui para variações do VRE. Portanto, o valor da CC é uma medida

útil e de baixo custo que pode ser realizada na prática clínica, podendo ser considerada uma variável que contribui para alterações na função pulmonar (Harik-Khan, Wise e Fleg, 2001; Bottai et al.,2002; Ochs-Balcom et al.,2006), devendo ser levada em consideração ao se realizar provas de função pulmonar.

- Elaboração de equação preditiva para a FMR em mulheres

O último objetivo do estudo foi elaborar equações preditivas para a FMR levando em consideração as características antropométricas, uma vez que na totalidade das equações de referência encontradas na literatura, não foram incluídos indivíduos obesos, assim sendo, acredita-se que a avaliação da FMR em obesos pode estar comprometida e com resultados inconclusivos, devido à ausência da massa corporal na maioria das fórmulas preditivas.

Devido às controvérsias existentes na literatura sobre a FMR na obesidade (Magnani e Cataneo, 2007; Teixeira et al.,2007; Simões et al.,2010), os resultados do nosso estudo podem contribuir para o melhor entendimento do comportamento da FMR, uma vez que as equações preditivas elaboradas nesse estudo, levam em consideração a massa corporal.

Devido a isso, foi elaborada uma primeira equação para a força muscular inspiratória, com as seguintes variáveis selecionadas pelo modelo de regressão: IMC, CC, CQ e C/Q, e para a força muscular expiratória: estatura e IMC. Após a elaboração dessas equações, foi elaborada outra equação levando em consideração apenas a massa corporal, pois a massa corporal foi a variável segundo a análise de regressão que melhor contribuiu para as variações da PIMax e PEMax e também pelo fato de optarmos por equações

mais fáceis e simples de serem utilizadas e processadas na prática clínica, sugerindo a utilização da segunda equação preditiva elaborada neste estudo.

Arora e Rochester (1982) relataram que as alterações na massa corporal poderiam afetar a massa diafragmática influenciando a performance muscular respiratória e assim as pressões respiratórias máximas.

Assim sendo, equações preditivas da PIMax e da PEMax são possíveis alternativas e podem ser utilizadas para a população de obesos e obesos mórbidos e assim direcionar conclusões sobre a interpretação do comportamento da FMR na obesidade, especialmente quando o indivíduo é obeso mórbido e candidato à cirurgias abdominais (Castello et al., 2007), pois a disfunção dos músculos respiratórios é considerada a principal causa das complicações pulmonares após a cirurgia abdominal (Barbalho-Moulin et al., 2011).

Já para obesos não candidatos a cirurgias, a disfunção dos músculos respiratórios pode levar à hipoventilação, intolerância ao exercício físico e em casos extremos a insuficiência respiratória (Uldry e Fitting, 1995).

Portanto, pelo fato de até o momento, não se encontrar na literatura estudos que apontem valores de FMR que sejam específicos para a população de obesos mórbidos, e dentre as equações disponíveis na literatura (Black e Hyatt, 1969; Neder et al, 1999; Costa et al, 2010; Simões et al, 2010), aquela que melhor seja aplicada a essa população, sugere-se que as equações preditivas elaboradas neste estudo podem ser utilizadas na interpretação da avaliação da FMR na obesidade mórbida.

- Relevância Clínica

A importância do estudo é compreender o comportamento da função pulmonar e muscular respiratória na presença de obesidade e com o decorrer da idade de mulheres. Portanto, o conhecimento mais detalhado das alterações existentes, os mecanismos causadores e as consequências, nos proporciona um melhor entendimento e nos permite pensar em recursos da fisioterapia que busquem preservar e/ou até mesmo restaurar as variáveis que apresentam possibilidade de comprometer a saúde das pessoas.

O conhecimento produzido neste estudo fundamenta o papel do fisioterapeuta na prevenção de complicações respiratórias quando obesos e obesos mórbidos necessitam de procedimentos cirúrgicos, como prevenção de atelectasias, de infecções respiratórias, da piora da dispneia, assim como no tratamento de obesos e obesos mórbidos não candidatos a cirurgia abdominais, com objetivo de melhorar a capacidade funcional, buscando a diminuição da dispneia e da intolerância ao exercício físico e assim contribuir em melhor qualidade de vida, uma vez que, essas alterações podem propiciar complicações e assim aumentar a mortalidade na obesidade.

## 6 CONCLUSÃO

O aumento do IMC e da CC contribuem para o declínio do VRE, assim como o passar dos anos, contribui para o declínio da CVL, entretanto, sem comprometer a função pulmonar de mulheres até os 65 anos de idade.

Também a FMR se mantém preservada em mulheres até 65 anos com a mesma classificação de IMC. Entretanto, a FMR aumenta com o aumento da massa corporal e do IMC.

Equações preditivas para a FMR de mulheres de 25 a 65 anos levando em consideração as características antropométricas, sobretudo, a massa corporal, podem contribuir para uma melhor interpretação dos resultados obtidos da FMR e assim conclusões mais fidedignas sobre o comportamento dos músculos respiratórios na presença da obesidade.

## REFERÊNCIAS <sup>1</sup>

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

Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. Am Rev Respir Dis. 1982; 126(1):5-8.

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.

Barcelar JM, Reinaux CM, Melo TLLB, Andrade AD. Função pulmonar na obesidade: uma revisão sistemática. Ter Man. 2011; 9(41):114-121.

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

Barud W, Ostrowski S, Wojnicz A, Hanzlik JA, Samulak B, Tomaszewski JJ. Evaluation of lung function in male population from vocational mining schools of the Lublin Coal Basin. Ann Univ Mariae Curie Sklodowska 1991; 46: 39-43.

---

<sup>1</sup> Baseadas nas normas *do International Committee of Medical Journal Editors- Grupo de Vancouver*; 2005. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

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.

Bray GA & Gray DS. Obesity. Part I-Pathogenesis. *Western Journal of Medicine.*1988, 149(4): 429-41.

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(3):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, İtil 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.

Chan ED, Welsh CH. Geriatric respiratory medicine. *Chest.* 1998; 114:1704-33.

Chen HI, Kuo CS. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. *J Appl Physiol.* 1989; 66(2):943-8.

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: 08/07/2013.

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): 306-12.

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.

Dixon JB, Schachter LM, O'Brien PE. Predicting sleep apnea and excessive day sleepiness in the severely obese: indicators for polysomnography. *Chest*. 2003; 123:1134-41.

Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg*. 2002; 95(6): 1788-92.

El-Gamal H, Khayat A, Shikora S et al. Relationship of dyspnea to respiratory drive and pulmonary function tests in obese patients before and after weight loss. *Chest* 2005; 128: 3870-74.

Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994; 149 (2 Pt 1): 430-8.

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.

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; 54:399–406.

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.

Inselman LS, Chander A, Sptizer RA. Diminished Lung Compliance and Elevated Surfactant Lipids and Proteins in Nutritionally Obese Young Rats. *Lung*. 2004;182: 101-17.

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

Koening SM. Pulmonary complications of obesity. *American Journal of Medicine Science*.2001; 321 (4): 249-79.

Ladoski, W, Botelho, MAM, Albuquerque JR JP. Chest mechanics in morbidly obese non-hypoventilated patients. *Respiratory Medicine*.2001; 95: 281-86.

Launoi C, Barbe C, Bertin E, Nardi J, Perotin JM, Dury S, Legarby F, Deslee G. The modified medical research council scale for the assessment of dyspnea in daily living in obesity: a pilot study. *Pulmonary Medicine* 2012; 12:61.

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.

Lee YH, Johan A, Wong KKH, et al. Prevalence and risk factors for obstructive sleep apnea in a multiethnic population of patients presenting for bariatric surgery in Singapore. *Sleep Med*. 2009; 10:226-32.

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.

Lotti P, Gigliotti F, Tesi F, Stendardi L, Grazzini M, Duranti R et al. Respiratory muscles and dyspnea in obese nonsmoking subjects. *Lung*. 2005;183:311-23.

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.

Matsudo SM. Envelhecimento, atividade física e saúde. *R. Min. Educ. Fís*. 2002; 10(1):195-209.

Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR. Cardiopulmonary exercise testing: how do we differentiate the cause of dyspnea? *Circulation*. 2004; 110 (4): 27-31.

Mortimore IL, Bennett SP, Douglas NJ. Tongue protusion strength and fatigability: relationship to apnea/hypopnea index and age. *J Sleep Res*. 2000; 9:389-93.

Murray JF. The normal lung. The basis diagnosis and treatment of pulmonary disease. Philadelphia: WB Saunders Co., 1976.

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.

Park JE, Chung JH, Lee KH, Shin KC. The effect of body composition on pulmonary function. *Tuberc Respir Dis* 2012;72:433-440.

Park JY, Park JH, Park HJ, Bae SW, Shin KC, Chung JH, et al. The effect of body mass index, fat percentage, and fat-free mass index on pulmonary function test: with particular reference to parameters derived from forced expiratory volume curve. *Tuberc Respir Dis* 2003;54:210-8.

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](http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/reportagensEspeciais/default.cfm?pg=dspDetalhes&id_area=124&CO_NOTICIA=10078). . Ministério da Saúde: acesso em 28 de junho 2013.

Poulain M, Doucet M, Major GC, et al. The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. *CMAJ* 2006; 174(9):1293–9.

Rasslan Z, Junior RS, Stirbulov R, Fabbri RMA, Lima CAC. Evaluation of Pulmonary Function in Class I and II Obesity. *J Bras Pneumol*. 2004;30:508-14.

Resta O, Caratozzolo G, Pannacciulli N, et al. Gender, age and menopause effects on the prevalence and the characteristics of obstructive sleep apnea in obesity. *Eur J Clin Invest*. 2003; 33:1084-89.

Recieri, D. Anatomia da Parede Torácica e suas Relações com os Movimentos Respiratórios: uma abordagem fisioterápica. *Fisio&terapia*. Rio de Janeiro, v. 6, n. 29, p. 19 16, out/nov, 2001.

Rossi A, Fantin F, Di Francesco V, et al. Body composition and pulmonary function in the elderly: a 7-year longitudinal study. *Int J Obes* 2008; 32: 1423–30.

Ruivo S, Viana P, Martins C, Baeta C. Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar. Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. 2009; 15(4)629-47.

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

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.

Series F, Cote C, Simoneau JA, et al. Physiology, metabolic and muscle fiber type characteristics of musculus uvulae in sleep apnea hypopnea syndrome and in snorers. *J Clin Invest.* 1995;95:160-65.

Scott HA, Gibson PG, Garb ML, Pretto J, Morgan PJ, Callister R, Wood LG. Relationship between body composition, inflammation and lung function in overweight and obese asthma. *Respiratory Research.* 2012; 13:10.

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.

Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral, 2011.

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

Sue DY. Obesity and pulmonary function: more or less? *Clinical Chest Medicine.* 1997;111(4):844-45.

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 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.

Tramont CVV, Faria ACD, Lopes AJ, Jansen JM, Melo PL. Influence of the ageing process on the resistive and reactive properties of the respiratory system. *Clinics.* 2009; 64(11):1065-73.

Turner JM, Mead J, Wohl ME. Elasticity of human lungs in relation to age. *J Appl Physiol.* 1968;25(6):664-71. PMID:5727191.

Uldry C, Fitting J-W. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects. *Thorax* 1995; 50: 371±375.

Wannamethee SG, Sharper AG, Whincup PH. Body fat distribution, body composition, and respiratory function in elderly men. *American Journal of Clinical and Nutrition*. 2005; 82:996-1003.

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

World Health Organization. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. Report. Geneva, 2008.

World Health Organization. Media centre: obesity and overweight. 2012. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>

Young SS, Skeans SM, Austin T, Chapman RW. The effects of body fat on pulmonary function and gas exchange in cynomolgus monkeys. *Pulm Pharmacol Ther*. 2003; 16:313-19.

Yurcisin BM, Gaddor MM, DeMaria EJ. Obesity and Bariatric Surgery. Clin Chest Med.2009;30:539-53.

**ANEXO 1**

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP.

 <b>UNIMEP</b> Universidade Metodista de Piracicaba	<b>Comitê de Ética em Pesquisa</b> <b>CEP-UNIMEP</b>
<i>Certificado</i>	
<p>Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado <b><i>“Influência do índice de massa corpórea e da idade na função pulmonar de mulheres”</i></b>, sob o protocolo <b><i>nº 48/12</i></b>, da pesquisadora <b><i>Profa. Eli Maria Pazzianotto Forti</i></b> esta de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.</p>	
<p>We certify that the research project with title <b><i>“Influence of body mass index and age on womem pulmonary function”</i></b>, protocol <b><i>nº 48/12</i></b>, by Researcher <b><i>Profa. Eli Maria Pazzianotto Forti</i></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.</p>	
 Prof. Rodrigo Batagello Coordenador CEP - UNIMEP	Piracicaba, 24 de abril de 2012

