

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

VIVIANE CRISTINA ALVES

**ESTUDO DA CAPACIDADE FUNCIONAL, FUNÇÃO PULMONAR, FORÇA E
ENDURANCE MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM MULHERES OBESAS,
COMPARADAS COM OS VALORES PREDITOS**

São Paulo – SP

VIVIANE CRISTINA ALVES

**ESTUDO DA CAPACIDADE FUNCIONAL, FUNÇÃO PULMONAR, FORÇA E
ENDURANCE MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM MULHERES OBESAS,
COMPARADAS COM OS VALORES PREDITOS**

**Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências da
Reabilitação da UNINOVE, para
obtenção de título de Doutor em
Ciências da Reabilitação.**

Orientador: Prof^o. Dr^o. Dirceu Costa

**Co-orientadora: Prof^aDr^a Evelim
Leal de Freitas Dantas Gomes**

São Paulo – SP

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Alves, Viviane Cristina.

Estudo da capacidade funcional, função pulmonar, força e endurance muscular respiratória em mulheres obesas, comparadas com os valores preditos. / Viviane Cristina Alves. 2018.

70 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2018.

Orientador (a): Dr. Dirceu Costa.

1. Obesidade. 2. Pulmão. 3. Força Muscular Respiratória. 4. Capacidade funcional.

I. Costa, Dirceu. II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 14 de dezembro de 2018.

TERMO DE APROVAÇÃO

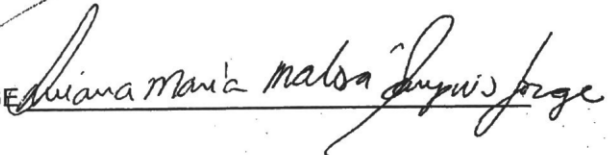
Aluno(a): Viviane Cristina Alves

Título da Tese: "Estudo da Capacidade Funcional, Função Pulmonar, Força e Endurance Muscular Respiratória, Comparadas com Valores Preditivos em Mulheres Obesas".

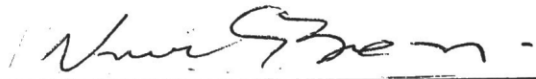
Presidente: PROF. DR. DIRCEU COSTA



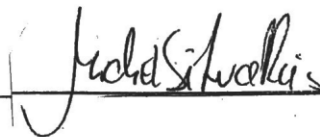
Membro: PROFA. DRA. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE



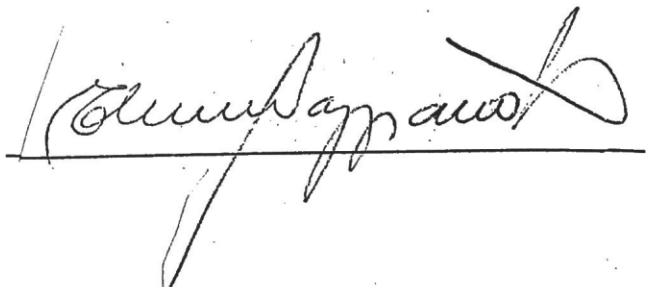
Membro: PROF. DR. UMILSON DOS SANTOS BIEN



Membro: PROF. DR. MICHEL REIS



Membro: PROFA. DRA. ELI MARIA PAZZIANOTTO FORTI



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas voluntárias, que gentilmente e pacientemente colaboraram com a pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial minha mãe por ensinar-me com seu exemplo de vida, a nunca desistir, e a minha filha que apesar de tão pequena compreendeu a importância desta pesquisa para mim, demonstrando seu amor incondicional.

Ao meu esposo pelo companheirismo, compreensão, amizade e além de tudo isso, por incentivar-me a continuar além das dificuldades.

Ao Profº Drº Dirceu Costa, por aceitar-me como orientanda e por todos ensinamentos que pude adquirir com sua vasta experiência e, além disso, por tornar a realização deste projeto possível.

As voluntárias do projeto, pela disponibilidade e confiança.

Aos alunos de iniciação científica, não citarei todos os nomes para não correr o risco de esquecer alguém e acabar sendo injusta, pois todos que participaram foram comprometidos, responsáveis e de suma importância para que este projeto se realizasse.

Aos colegas do laboratório de avaliação funcional respiratória, Evelim, Aldenice, Maisi, Carla, Adriana, Maryjose, Manoella e Josiane, pela contribuição e pelos momentos de alegrias e tristezas durante o trajeto.

A Profª Drª Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge e ao Profº Drº Umilson Bien, por compartilharem de seus trabalhos para que esta pesquisa pudesse ser realizada.

Ao Programa de Pós-Graduação da UNINOVE, representado pelo Profº Drº João Carlos Ferrari, por todo suporte durante o curso.

Resumo

Introdução: A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal trazendo prejuízo à saúde do indivíduo, apresenta várias morbidades associadas dentre elas alterações respiratórias e na capacidade funcional, interferindo na capacidade física do indivíduo obeso. A carência de evidências científicas sobre estes aspectos justifica a necessidade de estudos que busquem explorar as mudanças na força e *endurance* muscular respiratória e da relação que essas variáveis apresentam com o grau de desempenho físico em indivíduos obesos. **Objetivos:** avaliar as pressões inspiratórias máximas ($PI_{\text{máx}}$) em mulheres obesas, obtidas pelo manovacuômetro ($PI_{\text{máxMV}}$) e pelo RT2 ($PI_{\text{máxRT}}$), além da *endurance* muscular respiratória (EMR) obtida pelo RT2 representada pela Pressão Inspiratória Máxima Sustentada ($PI_{\text{máxS}}$) e pela Ventilação Voluntária Máxima (VVM) obtida pela espirometria e capacidade funcional pelo *Incremental Shuttle Walk Test* (ISWT) e comparar os achados com as equações de valores previstos encontrados literatura. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, incluindo 103 mulheres obesas com idade entre 18 e 65 anos e índice de massa corpórea (IMC) entre 30 e 60 kg/m², nas quais foram mensurados os valores espirométricos (CVF, VEF₁ e CVF/VEF₁), além das $PI_{\text{máxMV}}$ e $PI_{\text{máxRT}}$, $PI_{\text{máxS}}$ e *Incremental Shuttle Walk Test* (ISWT). **Resultados:** Os resultados mostraram que as obesas apresentaram $PI_{\text{máxMV}}$ de 98±24,3 cmH₂O, maior que a $PI_{\text{máxRT}}$ 74,2±29 cmH₂O e, ao serem comparados com as equações de valores preditivos para indivíduos eutróficos foram inferiores e apresentaram correlações negativas com o IMC. Os valores obtidos de VVM e $PI_{\text{máxS}}$ foram comparados com seus preditos, apresentaram-se reduzidos somente para a VVM sendo o obtido 90% do previsto. Para o ISWT os valores obtidos (334±80 metros) apresentaram-se inferiores, ficando em 60% do previsto (554±72 metros) com $p < 0,001$. **Conclusão:** A obesidade tem relação negativa direta sobre a FMR e EMR, bem como sobre a *Endurance* Muscular periférica (EMP). Quanto maior o grau de obesidade maior a influência sobre estas variáveis.

Palavras chave: Obesidade, Pulmão, Força muscular respiratória, Capacidade funcional

Abstract

Introduction: Obesity is characterized by excessive accumulation of body fat bringing prejudice to the health of the individual, presents several associated morbidities among them respiratory changes and functional capacity, interfering with ability physics of the obese individual. The lack of scientific evidence on these aspects justify the need for studies that seek to explore the changes in respiratory muscle strength and endurance and the relation that these variables feature with the degree of physical performance in individuals obese. **Objectives:** to evaluate the maximum inspiratory pressures (MIP) in obese women, obtained by manovacuômetro (MIPMV) and by the RT2 (MIPRT), in addition to respiratory muscle endurance (RME) obtained from RT2 represented by the Maximum inspiratory pressure Sustained (SMIP) and the maximum voluntary ventilation (MVV) obtained by spirometry and functional capacity by Incremental Shuttle Walk Test (ISWT) and compare the findings with predicted values equations found literature. **Methods:** this was a cross-sectional study, including 103 obese women aged between 18 and 65 years and body mass index (BMI) between 30 and 60 kg/m², in which the values were measured spirometry (FVC, FEV1/FVC and FEV1), in addition to the MIPMV and MIPRT, SMIP and Incremental Shuttle Walk Test (ISWT). Results: the results showed that the obese MIPMV of 98 ± 24.3 presented cmH₂O, bigger than MIPRT 74.2 ± 29 cmH₂O and, when compared with the equations of predictive values for individuals were less than eutrophic and showed correlations negative with the IMC. The values obtained from MVV and SMIP were compared to their predicted, were reduced only for the MVV being obtained 90% of predicted. For the ISWT the values obtained (334 ± 80 m) were reduced to 60% of predicted (554 ± 72 metros) with $p < 0.001$. **Conclusion:** obesity has negative direct relationship on the RMS and RME, PME. The higher the degree of obesity greater influence over these variables.

Key words: Obesity, lung, respiratory muscle strength, functional capacity

Sumário

1.Contextualização.....	15
1.1. Obesidade e Epidemiologia.....	15
1.2. Obesidade e as alterações no sistema respiratório.....	16
1.3. Obesidade e capacidade funcional.....	18
2.Justificativa.....	20
3.Objetivos.....	21
3.1.Objetivo Geral.....	21
3.2.Objetivos Específicos.....	21
4.Materiais e Métodos.....	22
4.1.Amostra e aspectos éticos.....	22
4.2.Procedimentos experimentais.....	22
4.2.1.Desenho experimental.....	23
4.2.2.Parâmetros antropométricos.....	24
4.2.3.Medidas dos volumes e capacidades pulmonares.....	24
4.2.4.Medidas das pressões respiratórias máximas.....	25
4.2.5.Teste incremental de resistência respiratória – TIRE.....	26
4.2.6.Avaliação da capacidade funcional.....	27
4.3.Tratamento estatístico dos dados.....	28
5.Resultados.....	30
5.1.Estudo I - A força muscular inspiratória está alterada em mulheres obesas? Análise comparativa dos valores obtidos pelo manovacuômetro e pelo RT2® DeVilbiss com equações preditivas para indivíduos eutróficos.....	31
5.1.1.Introdução.....	32
5.1.2.Materiais e métodos.....	33
5.1.3.Resultados.....	36
5.1.4.Discussão.....	43
5.1.5.Conclusão.....	46

5.2.Estudo II - Capacidade funcional e <i>endurance</i> muscular	
respiratória em mulheres obesas.....	47
5.2.1.Introdução.....	48
5.2.2.Material e métodos.....	49
5.2.3.Resultados.....	52
5.2.4.Discussão.....	57
5.2.5.Conclusão.....	59
6.Limitações do estudo.....	60
7. Considerações finais.....	61
8. Referências bibliográficas.....	62
9. Anexos.....	68

Lista de Figuras

Figura 1	Obesidade e alteração dos volumes pulmonares com diminuição da CPT e do VRE.....	17
Figura 2	Fluxograma dos indivíduos desde a seleção até a avaliação.....	23
Figura 3	Posicionamento durante a espirometria.....	24
Figura 4	Manovacuometria.....	25
Figura 5A	Posicionamento durante o TIRE.....	26
Figura 5B	Representação gráfica do teste.....	26
Figura 6A	Realização do ISWT.....	28
Figura 6B	Ilustração da metragem do ISWT.....	28
Artigo 1		
Figura 1	Fluxograma dos indivíduos desde a seleção até a avaliação.....	37
Figura 2	Gráfico de correlação entre os resultados de IMC com os de valores previstos pela equação de $Pl_{\text{máx}}\text{EHK}$	41
Figura 3	Gráfico de correlação entre os resultados de IMC com os de valores previstos pela equação de $Pl_{\text{máx}}\text{ESP}$	42
Artigo 2		
Figura 1	Fluxograma dos indivíduos desde a seleção até a avaliação.....	52
Figura 2	Gráfico de correlação entre os resultados de IMC índice de massa corporal com a DP no ISWT Incremental <i>Shuttle Walk Test</i> em mulheres obesas.....	55
Figura 3	Gráfico de correlação entre os resultados da VVM ventilação voluntária máxima com a DP no ISWT <i>Incremental Shuttle Walk Test</i> em mulheres obesas.....	57

Lista de Quadros e Tabelas

Quadro 1	Equações Preditivas de $PI_{máx}$ e $PI_{máxS}$ para Mulheres.....	27
Artigo 1		
Quadro 1	Equações Preditivas de $PI_{máx}$ e $PI_{máxS}$ para Mulheres.....	35
Tabela 1	Características antropométricas, idade e características espirométricas da amostra.....	38
Tabela 2	Comparação dos valores obtidos de $PI_{máxMV}$ e $PI_{máxRT}$ com os valores previstos pelas diferentes equações preditivas, com respectivos percentuais do previsto.....	39
Tabela 3	Comparação dos valores obtidos de $PI_{máxMV}$ e $PI_{máxRT}$ com os valores previstos pelas diferentes equações preditivas, com respectivos percentuais do previsto.....	40
Tabela 4	Correlação entre os Graus de IMC com as equações de valores previstos existentes na literatura.....	41
Tabela 5	Análise de regressão considerando a $PI_{máxEHK}$ e $PI_{máxESP}$ como variáveis dependentes em relação ao IMC.....	42
Tabela 6	Intervalo de confiança das médias obtidas pela PI_{maxRT} de acordo com o grau de obesidade.....	43
Artigo 2		
Tabela 1	Características antropométricas, idade e características espirométricas da amostra.....	53
Tabela 2	Comparação da DP no ISWT com os respectivos valores preditos para indivíduos eutróficos.....	54
Tabela 3	Comparação dos valores de VVM previstos com suas porcentagens de previsto.....	56

Lista de Abreviaturas

ATS	<i>American Thoracic Society</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CRF	Capacidade Residual Funcional
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CVF	Capacidade Vital Forçada
CVL	Capacidade Vital Lenta
DCNT	Doença Crônico Não Degenerativa
DP	Distância Percorrida
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EMR	<i>Endurance</i> Muscular Respiratório
FC	Frequência cardíaca
FMI	Força Muscular Inspiratória
FMR	Força Muscular Respiratória
FR	Frequência Respiratória
IMC	Índice de Massa Corporal
ISWT	<i>Incremental Shuttle Walk Test</i>
MIP	Máxima Pressão Inspiratória
OMS	Organização Mundial de Saúde
PE _{máx}	Pressão Expiratória Máxima
PI _{máx}	Pressão Inspiratória Máxima
PI _{máxEB}	Pressão Inspiratória Máxima prevista pela equação de Bien et al
PI _{máxEC}	Pressão Inspiratória Máxima prevista pela equação de Costa et al
PI _{máxEHK}	Pressão Inspiratória Máxima prevista pela equação de Harik-Khan et al.
PI _{máxEN}	Pressão Inspiratória Máxima prevista pela equação de Neder et al.
PI _{máxESP}	Pressão Inspiratória máxima prevista pela equação de Sgaribold e Pazzianotto-Forti
PI _{máxMV}	Pressão Inspiratória Máxima obtida pelo Manovacuômetro
PI _{máxRT}	Pressão Inspiratória Máxima obtida pelo RT2
PI _{máxS}	Pressão Inspiratória Máxima Sustentada
RMP	Resistência Muscular Periférica

SMIP	<i>Sustained Maximal Inspiratory Pressure</i>
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
TA	Tecido Adiposo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TC6	Teste de Caminhada de Seis Minutos
TIRE	Teste Incremental de Resistência Respiratória
VEF1	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
VR	Volume Residual
VRE	Volume de Reserva Expiratório
VRi	Volume de Reserva Inspiratório
VVM	Ventilação Voluntária Máxima
WHO	<i>World Health Association</i>

1. Contextualização

1.1. Obesidade e Epidemiologia

A obesidade se enquadra no grupo de doenças crônico-degenerativas não transmissíveis (DCNT) e não infecciosas, caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal trazendo prejuízo à saúde do indivíduo, levando à menor expectativa de vida e sendo evidenciada nos dias de hoje como grave problema de saúde pública⁽¹⁾. A obesidade ocorre pela interação entre vários fatores, como desequilíbrio na produção de hormônios, entre a ingestão e gasto energético, atividade física ou resposta a esta, idade e fatores genéticos, bem como alterações emocionais, que podem contribuir para os maus hábitos alimentares^(2;3).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a obesidade é definida como o acúmulo de gordura, anormal ou excessivo, que apresenta risco à saúde e é quantificada pelo índice de massa corporal (IMC), representado pela massa corporal do indivíduo (em quilogramas) dividido pelo quadrado da sua altura em metros⁽⁴⁾, sendo considerado obeso aquele sujeito que apresentar um $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$. Para representar e distinguir as comorbidades associadas a obesidade a OMS propõe as seguintes classificações: Obesidade grau I, quando o IMC está entre 30 e $34,9 \text{ kg/m}^2$; grau II, quando o IMC está entre 35 e $39,9 \text{ kg/m}^2$; e obesidade grau III, quando o IMC ultrapassa 40 kg/m^2 ^(4;5;6).

A epidemia da obesidade está avançando rapidamente na América do Sul, levando a inevitáveis consequências para a saúde⁽⁷⁾. No Brasil, um levantamento do Ministério da Saúde mostrou que em 10 anos, a prevalência da obesidade passou de 11,8% em 2006 para 18,9% em 2016, atingindo quase um em cada cinco brasileiros, sendo que mais da metade da população adulta na faixa de 35 a 54 anos (53,8%) está acima do peso e 18,9% são obesos. Destes, os indivíduos do sexo feminino são os mais atingidos sendo 16,5% contra 15,5% para o masculino^(8;9).

Assim como a obesidade, o sedentarismo crescente observado nas últimas décadas tem sido considerado como epidemia global⁽¹⁰⁾. Os níveis de atividade física reduziram drasticamente nos países desenvolvidos e esta redução começa a observar-se, de forma ainda mais intensa, entre as populações de mais baixa

renda, estimando-se que a inatividade física de lazer seja três vezes mais frequente na população de baixa renda quando comparada com a população de renda mais alta, além de sua prevalência ser menor em adultos à partir de 25 anos de idade^(9;10), ocasionando uma redução do bem-estar psíquico, dificultando a interação social e, favorecendo a baixa autoestima, o que é determinante na estigmatização do obeso⁽³⁾. Essas alterações podem ser detectáveis com a aplicação de questionários de qualidade de vida ou da capacidade funcional, dentre outras.

1.2. Obesidade e as alterações no sistema respiratório

O desajuste entre o ganho e gasto energético caracterizam o aumento do tecido adiposo, e este exerce um papel importante no desenvolvimento das complicações relacionadas a obesidade em diversos sistemas⁽¹¹⁾.

No sistema respiratório a complacência respiratória pode ser reduzida em até um terço em indivíduos obesos comparada à indivíduos eutróficos^(12;13). Embora valores ergoespirométricos são geralmente normais em indivíduos obesos, pode haver ligeira redução na capacidade vital e redução proporcional no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), dependendo da idade e tipo de distribuição de gordura do corpo^(12;14;15).

A anormalidade de função pulmonar mais comum em pacientes que são obesos é uma redução no Volume de Reserva Expiratória (VRE) devido à presença de tecido adiposo ao redor a caixa torácica e do abdômen além da cavidade visceral que promove um deslocamento do diafragma em direção ao tórax^(3;16;17); já uma redução na Capacidade Residual funcional (CRF) é atribuída ao reduzido VRE⁽¹⁷⁾. Em pacientes severamente obesos, há também uma diminuição na Ventilação Voluntária Máxima (VVM) que pode ser explicado pela resistência aumentada das vias aéreas superiores, resistência ao fluxo e ineficiência muscular respiratória⁽³⁾. Todas essas alterações estão bem ilustradas na figura 1, à seguir.

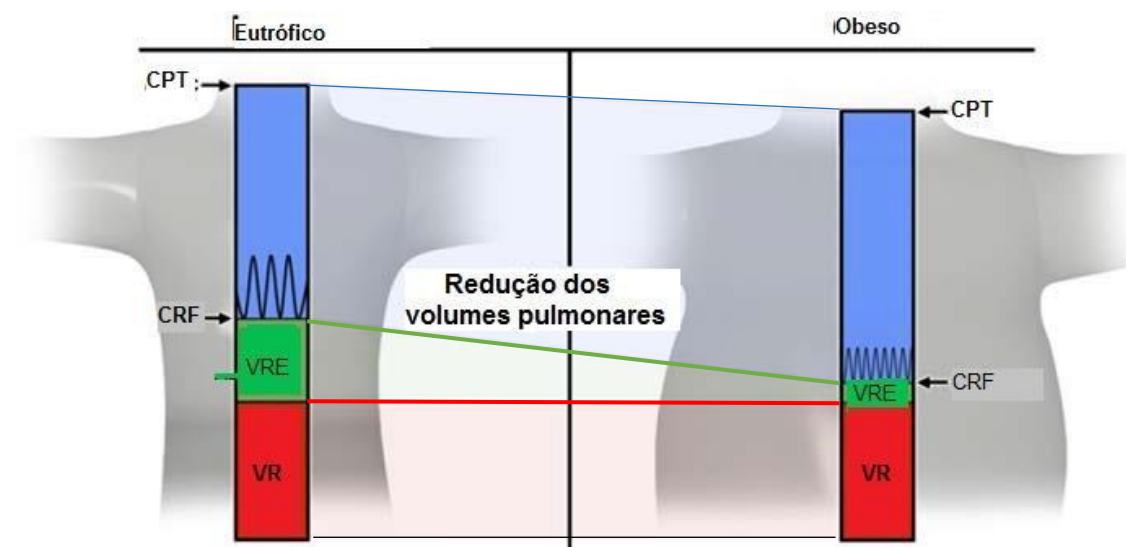


Figura 1 – Obesidade e alteração dos volumes pulmonares com diminuição da CPT e do VRE. Fonte: Modificado de Boucher et al. 2006. CPT: Capacidade Pulmonar Total, CRF: Capacidade Residual Funcional, VRE: Volume de Reserva Expiratória, VR: Volume Residual.

Com relação à modificação da força muscular respiratória na obesidade, não há um consenso na literatura sobre o comportamento destes músculos na presença de maior índice de massa corporal^(18;19). De acordo com Magnani e Cataneo, 2007, indivíduos obesos tem disfunção muscular respiratória devido as mudanças na relação entre o pulmão, parede torácica e o músculo diafragma, que por sua vez alteram a mecânica respiratória e troca gasosa. Acredita-se que essas alterações causam sobrecarga nos músculos respiratórios, aumentando o trabalho mecânico envolvido na respiração. Isto ocorre devido ao aumento da deposição de gordura na parede do tórax, o que aumenta a massa do corpo que precisa ser deslocada durante o ciclo respiratório⁽²⁰⁾.

Além disso, à medida que o indivíduo se torna mais obeso, há uma sobrecarga muscular para realizar a ventilação, resultando em disfunção da musculatura respiratória^(21;22). Estudos mostram que a *endurance* e a força muscular respiratória em indivíduos obesos mórbidos apresentam-se reduzidas devido à sobrecarga dos músculos inspiratórios, aumentando o trabalho respiratório, o consumo de oxigênio e o custo energético da respiração⁽¹⁷⁾. Contudo, há escassez de estudos quantificando tal redução. A obesidade pode determinar também a hipotonia dos músculos do abdome e assim comprometer a função ventilatória dependente da ação diafragmática^(20;21).

A avaliação da força muscular respiratória (FMR) medida pela Pressão Expiratória máxima (PE_{máx}) e Pressão Inspiratória máxima (PI_{máx}) tem sido

usada desde a década de 1960 e 70, devido ao seu importante papel diagnóstico em alterações pulmonares, sendo um método rápido, simples, prático de baixo custo e, não invasivo para avaliação de indivíduos eutróficos e também aqueles com possíveis alterações na força muscular respiratória, como os pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)⁽¹²⁾.

Alguns autores demonstram relação entre a obesidade mórbida e a redução de $PI_{\text{máx}}$ e $PE_{\text{máx}}$ ^(14;20), porém não existe um consenso sobre tal relação.

1.3. Obesidade e capacidade funcional

Além das alterações respiratórias que acometem os indivíduos obesos, eles apresentam também redução da capacidade funcional ^(3;17;21;23). A obesidade promove limitações no sistema cardiorrespiratório e metabólico, geralmente resultando em dispneia, que também contribuem para limitação na capacidade funcional. Além disso, o estilo de vida sedentário adotado por esses indivíduos obesos contribui para a diminuição da tolerância ao exercício físico⁽²⁴⁾.

Para os indivíduos obesos, uma curta caminhada está associada a um grande gasto de energia, bem como respostas físicas potencialmente adversas, devido às alterações cardiorrespiratórias e alterações biomecânicas na marcha. Portanto, é importante para os profissionais de saúde considerar o impacto da obesidade na caminhada antes de recomendar a avaliação ou prescrição de exercícios físicos⁽²⁵⁾.

A redução da capacidade aeróbia nos indivíduos obesos se deve ao aumento da demanda metabólica para mover o excesso de massa corporal⁽⁴⁾. Com isso, avaliar a capacidade de caminhar desses indivíduos tem se tornado cada vez mais importante para subsidiar possíveis ações terapêuticas e preventivas⁽³⁾.

Dentre os testes mais utilizados para avaliar a capacidade funcional nos indivíduos obesos está o teste de caminhada de seis minutos (TC`6), amplamente citado na literatura ^(3; 23; 26; 27). Já, o Incremental Shuttle Walk Test (ISWT), que foi desenvolvido para avaliar a capacidade funcional em pacientes com DPOC⁽²⁸⁾, apresenta caráter incremental e produz respostas fisiológicas

próximas às observadas no teste de exercício cardiopulmonar ^(29; 30; 31), sendo considerado um dos testes mais usuais para se avaliar o desempenho físico. Alguns autores argumentam que, em se tratando de um teste de caminhada externamente cadenciado, o ISWT é mais reprodutível e produz maiores respostas fisiológicas em comparação aos testes autocadenciados^(28;31), porém tem sido pouco explorado e há reduzida documentação literária registrando tal utilização para avaliar a capacidade funcional da população obesa ^(3;14; 31).

A capacidade de caminhar, medida pela distância percorrida, é um parâmetro prático e de baixo custo para se avaliar a capacidade funcional, que também é um importante componente da qualidade de vida, uma vez que reflete a capacidade para realizar as atividades da vida diária⁽³²⁾.

O indivíduo obeso apresenta alterações em sua composição corporal que influenciam diretamente o seu desempenho para as atividades cotidianas, o que sugere que estas alterações também possam influenciar os métodos avaliativos e valores preditivos existentes na literatura, já que os mesmos em sua maioria são baseados em indivíduos característicos de eutróficos.

2. Justificativas

Tendo em vista os já confirmados comprometimentos à saúde causados pela obesidade, especialmente no que se refere a capacidade física e funcional respiratória e a carência de evidências científicas sobre a influência da obesidade na EMR e também pelo fato dos valores previstos para os testes de FMR apresentarem valores diferentes para as diferentes equações existentes, justifica-se a necessidade de estudos que busquem explorar as mudanças na força e *endurance* muscular respiratória, além da relação que essas variáveis apresentam com o grau de desempenho físico em indivíduos obesos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

Investigar os efeitos da obesidade sobre a capacidade funcional, Força e *endurance* muscular respiratório e comparar os valores obtidos com os das equações de valores previstos descritos na literatura.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar as pressões inspiratórias máximas (PImáx) em mulheres obesas, obtidas pelo manovacuômetro (PImáxMV) e pelo RT2 (PImáxRT), e comparar os achados com as equações de valores previstos descritos na literatura.
- Avaliar a *endurance* muscular respiratória representadas pela Pressão Inspiratória Máxima Sustentada (PImáxS), obtida pelo RT2 e pela Ventilação Voluntária Máxima (VVM obtida pela espirometria, em mulheres obesas.
- Avaliar a capacidade funcional das mulheres obesas, pelo Incremental Shuttle Walk Test (ISWT) e comparar com a EMR (Endurance Muscular Respiratória) representada pelo PImáxS e VVM.

4. Materiais e Métodos

4.1. Amostra e aspectos éticos

Trata-se de um estudo transversal no qual participaram 103 mulheres obesas com ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$). Todas mulheres obesas foram voluntárias, recrutadas na comunidade local. As avaliações foram realizadas no laboratório de Avaliação Funcional Respiratória - LARESP da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, no período de agosto de 2017 a setembro 2018.

Todas as voluntárias foram informadas quanto aos objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), como preceitua o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres Humanos. O estudo foi aprovado pelo CEP da UNINOVE sob Parecer 2.560.684 e CAAE: 83122918.8.0000.551, anexo 1.

Os critérios de inclusão foram: Voluntárias com obesidade classificada pelo $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, com idade entre de 18 e 65 anos. Foram excluídas, aquelas que apresentassem doenças infecciosas ou inflamatórias, infecção respiratória nas últimas duas semanas, doença renal, hepática, hipertensão arterial ou diabetes descompensadas, que apresentavam alteração pulmonar obstrutiva ou restritiva detectada pela espirometria, com limitações físicas para realização dos testes e que não concordassem com o termo de consentimento livre e esclarecido.

4.2. Procedimentos experimentais

As avaliações foram realizadas em uma única visita, conforme ilustra o desenho experimental e fluxograma na figura 2, a seguir, foi realizada uma anamnese, na qual foram catalogados os dados referentes ao estado atual e a progressão da obesidade, composição corporal, espirometria, manovacuometria, Teste Incremental Respiratório de Endurance (TIRE) e o Incremental Shuttle Walk Test (ISWT).

4.2.1- Desenho Experimental

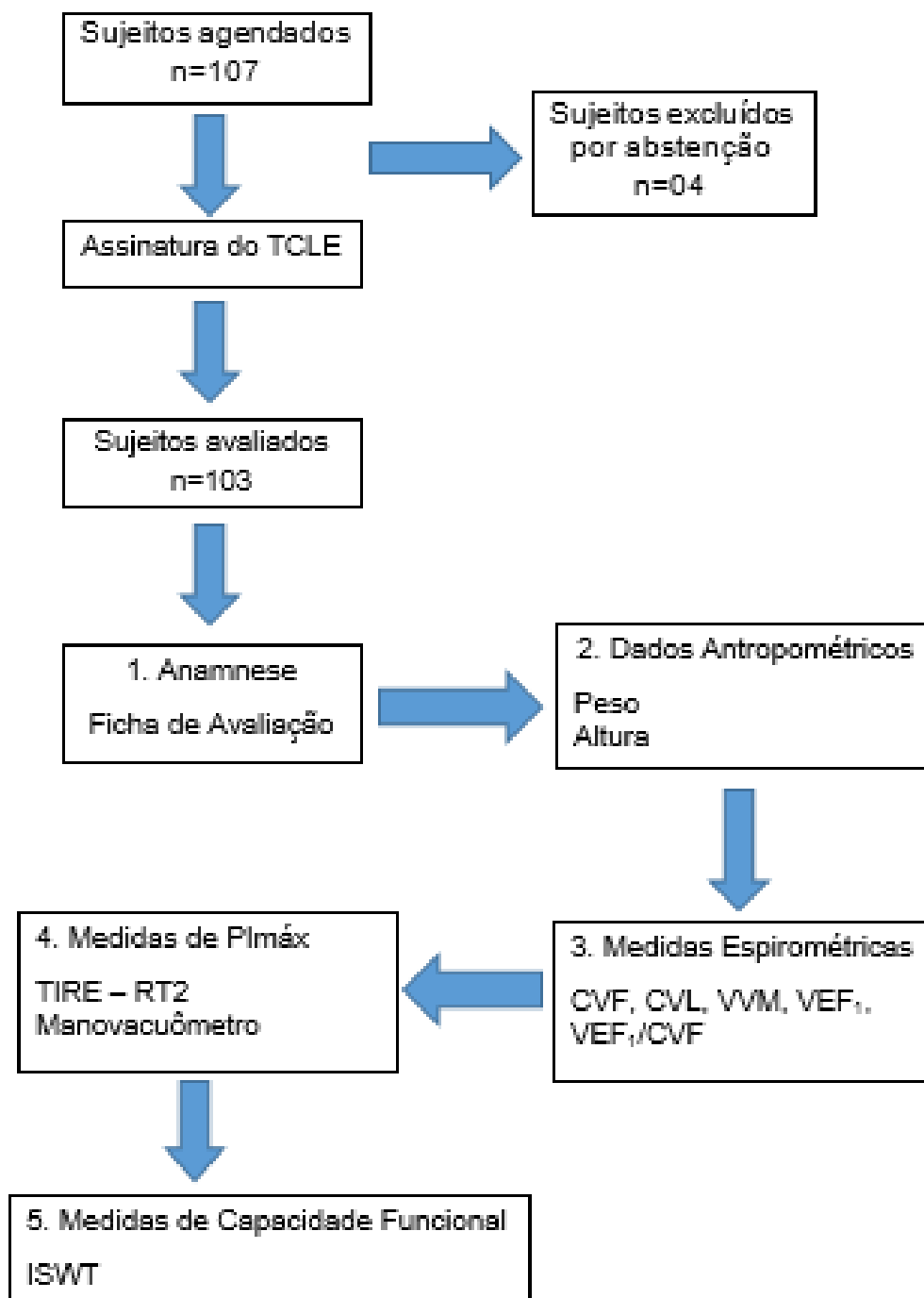


Figura 2: Fluxograma dos indivíduos desde a seleção até a avaliação por ordem de procedimentos. TIRE: Teste Incremental de Endurance, CVF: capacidade vital forçada; CVL: Capacidade Vital Lenta, VEF₁: Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação Volume expiratório forçado no primeiro segundo/ capacidade vital forçada; ISWT: Incremental Shuttle Walk Test, n: número de voluntárias.

4.2.2- Parâmetros antropométricos

Todas as voluntárias foram avaliadas individualmente e a altura e peso determinados. Para a obtenção do IMC foi utilizada a equação de peso (kg)/Altura²(m), onde o peso foi verificado pela balança de precisão Tanita® calibrada com capacidade máxima de 180 kgs e 100 g de resolução, para a altura foi utilizado um estadiômetro com resolução em milímetros. As voluntárias foram orientadas a permanecerem em posição ortostática, sem sapatos e utilizarem roupas leves.

4.2.3- Medidas dos volumes e capacidades pulmonares

Para a avaliação dos volumes, fluxos e capacidades pulmonares foi utilizado um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo, espirômetro Easy-One NDD® Medizintechnik Suíça, seguindo as normas preconizadas pela American Thoracic Society (ATS)⁽³³⁾ e pelas diretrizes para testes de função pulmonar⁽³⁴⁾, sendo realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), Capacidade Vital Forçada (CVF) e Ventilação Voluntária Máxima (VVM). Os valores obtidos foram expressos em litros e em porcentagem do predito, segundo valores de referência de Knudson, 1983⁽³⁵⁾.

Todas as voluntárias foram orientadas a permanecerem sentadas e utilizarem um clipe nasal durante a realização das manobras, como mostra a figura 3, à seguir.

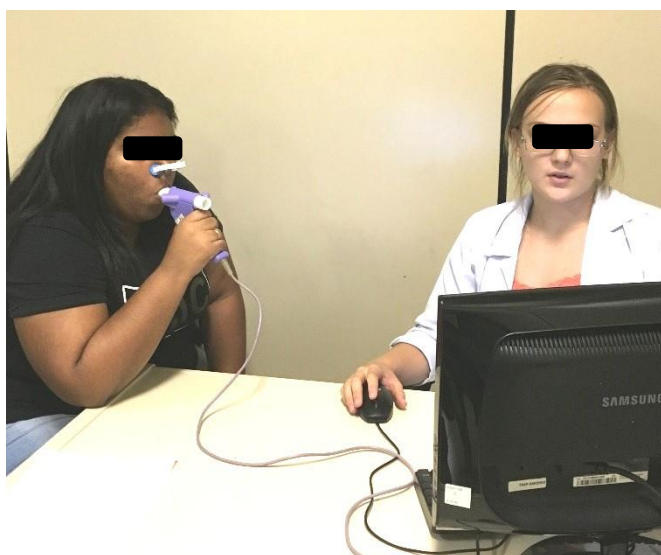


Figura 3 - Posicionamento durante a espirometria

4.2.4- FMR pelas pressões respiratórias máximas

Para a avaliação da FMR foram realizadas as manobras de $P_{lm\acute{a}x}$ e a $P_{Em\acute{a}x}$, utilizando-se um manovacuômetro da marca Critical Med®, USA, 2002, com intervalo operacional de 0 a ± 300 cmH₂O, devidamente equipado com um adaptador de bocais de plástico rígido contendo um pequeno orifício de 2mm de diâmetro interno, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da pressão na cavidade oral, gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com o fechamento da glote. A $P_{lm\acute{a}x}$ foi medida a partir do volume residual (VR) e a $P_{Em\acute{a}x}$ foi medida a partir da capacidade pulmonar total (CPT)⁽³⁶⁾. Para a realização dessas medidas os indivíduos foram orientados a permanecerem sentados com os pés apoiados e a usarem clipe nasal, figura 4.

Todas realizaram pelo menos três esforços tecnicamente aceitáveis e reprodutíveis, sendo o valor mais alto aceito, desde que sua diferença ao imediatamente inferior fosse $<10\%$, podendo o número de manobras passar de três. Para a análise dos dados, o valor mais alto foi computador^(37;38).

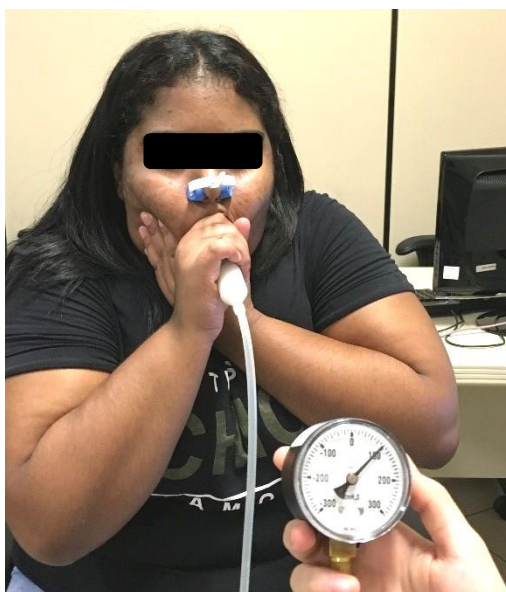


Figura 4 - Manovacuetria

4.2.5- Teste Incremental Respiratório de Endurance - TIRE

O Teste Incremental Respiratório de Endurance (TIRE) é um teste muscular inspiratório e protocolo de treinamento que tem sido usado desde meados de 1990 para avaliar e treinar os músculos inspiradores de atletas, pessoas saudáveis, e indivíduos com uma variedade de distúrbios cardiovascular e pulmonares. O TIRE é realizado através do aparelho RT2® DeVilbiss Healthcare Ltd, que é conectado a um laptop ou computador de mesa. O teste é uma medida padrão de força muscular inspiratória (FMI) durante o qual um indivíduo inala tão profundamente e plenamente quanto possível para fornecer uma pressão máxima inspiratória (P_{Imáx}) dada em cmH₂O. A P_{Imáx} é um dos três resultados do teste que consistem em pressão inspirada máxima sustentada (P_{ImáxS}) dada em joules, sendo a duração da P_{ImáxS} dada em segundos. Seguindo o padrão proposto pelos fornecedores do equipamento, em média três a cinco esforços inspiratórios são necessários para obter os valores corretos de P_{Imáx} e P_{ImáxS} ⁽³⁹⁾, e assim foi feito. As voluntárias realizaram de três a cinco esforços inspiratórios e ao final do teste foi considerado a melhor P_{Imáx} alcançada. A figura 5, à seguir, mostra: em A, a realização do teste e, em B, os traçados produzidos pelos testes.



Figura 5A Posicionamento durante o TIRE

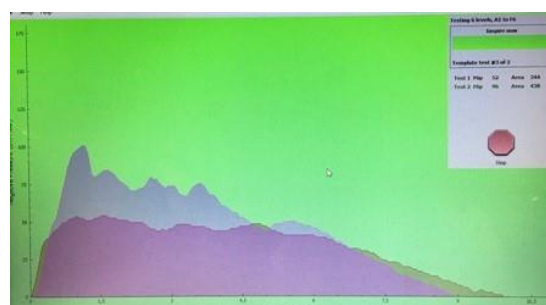


Figura 5B Representação gráfica do teste.

Os valores obtidos pelo manovacuômetro e pelo RT2 foram comparados com os valores previstos pelas equações de Costa et al., 2010⁽⁴⁰⁾, Neder et al. 1999⁽³⁷⁾, Harik-Khan et al. 1998⁽⁴¹⁾, Sgaribold e Pazzianoto-Forti, 2016⁽⁴²⁾ e Bien et al., 2017⁽⁴³⁾, conforme o quadro 1.

Quadro 1- Equações Preditivas de P_{Imáx} e SMIP para Mulheres

Equação de Harik-Khan (P_{Imáx}EHK): Harik-Khan, et al. ⁽⁴¹⁾ $P_{Imáx} = 171 - 0,694 \times \text{idade} + 0,861 \times \text{massa corporal (kg)} - 0,743 \times \text{altura (cm)}$
Equação de Neder (P_{Imáx}EN): Neder, et al. ⁽³⁷⁾ $P_{Imáx} = - 0,49 \times \text{idade} + 110,4$
Equação de Costa (P_{Imáx}EC): Costa, et al. ⁽⁴⁰⁾ $P_{Imáx} = - 0,46 \times \text{idade} + 74,25$
Equação de Sgaribold (P_{Imáx}ESP): Sgaribold e Pazzianoto-Forti ⁽⁴²⁾ $P_{Imáx} = - 0,2 \times \text{peso} - 65,6$
Equação de Bien (P_{Imáx}EB): Bien et al. ⁽⁴³⁾ $P_{Imáx} = (\text{Altura} \times 85.86) - (\text{Idade} \times 0.66) - 51.06$
Equação de Bien (SMIPEB): Bien et al. ⁽⁴³⁾ $P_{ImáxS} = (\text{Altura} \times 46.14) - 68.40$

4.2.6- Avaliação da capacidade funcional

Caracterizado como um teste de caminhada com carga progressiva, o ISWT foi aplicado uma vez para cada voluntária. Este teste foi realizado numa pista com distância de 10 metros, demarcada por cones em cada extremidade, os quais eram contornados pelos indivíduos, numa caminhada com ritmos crescentes, em até doze níveis, figuras 6A e 6B. Neste teste, as mudanças de velocidade devem acontecer com base em mudanças de sinais sonoros^(28; 29; 31), sendo que a cada minuto a velocidade da caminhada aumenta. O ISWT foi realizado e encerrado quando o indivíduo não conseguiu completar o trajeto de 10 metros entre os cones, entre dois sinais sonoros soados. Seguindo-se as orientações técnicas deste teste, a única intervenção verbal dada pelo avaliador, durante todo o teste, foi para lembrar o indivíduo de aumentar a velocidade da caminhada no início de cada novo minuto do teste. Todos os testes foram ministrados pelo mesmo avaliador.

Antes, durante e no período de recuperação do teste, foram coletadas: a frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica de oxigênio (SpO₂), pelo oxímetro de pulso, marca Nonin Medical Inc[®], modelo Onyx 9500 e a dispneia e fadiga dos membros inferiores, pela escala de Borg de 0 a 10⁽⁴⁰⁾. No repouso e

ao término do teste foram coletadas a pressão arterial sistêmica (PAS), utilizando-se um esfigmomanômetro para obeso, marca BIC® e a frequência respiratória (FR), utilizando-se um cronômetro.



Figura 6A– Realização do ISWT

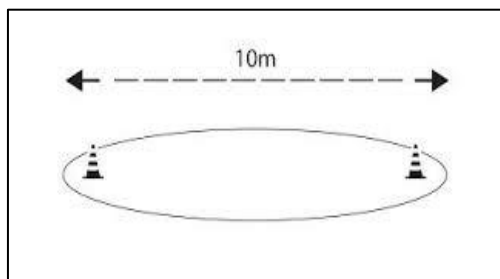


Figura 6B - Ilustração da metragem do ISWT

Os valores obtidos da distância percorrida no ISWT foram comparados com os valores previstos pela equação $[374,004 - (6,782 \times \text{idade}) - (2,328 \times \text{peso}) + (3,865 \times \text{altura})]^{(31)}$

4.3. Tratamento estatístico dos dados

O cálculo amostral de 85 participantes foi feito com base em um estudo transversal ⁽⁴⁴⁾, utilizando-se um coeficiente de correlação para massa corporal, considerando o peso em quilogramas e o IMC correlacionado com a $PI_{\text{máx}}$, obtendo respectivamente magnitude do efeito $r = 0,33$ e $0,34$, com $\alpha = 0,05$ bicaudal e poder da amostra de 80% ⁽⁴⁵⁾. Para o cálculo amostral levando em consideração o ISWT, foi utilizado um estudo transversal ⁽³¹⁾, utilizando-se um coeficiente de correlação para a distância percorrida no ISWT, obtendo respectivamente magnitude do efeito $r = 0,50$, com $\alpha = 0,05$ bicaudal e poder da amostra de 80% ⁽⁴⁵⁾, gerando um cálculo amostral de no mínimo 29 participantes.

A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e análise gráfica, sendo que após verificada a normalidade dos dados, estes foram expressos em média e desvio padrão.

Foram utilizados o teste *t Student* pareado para comparação dos valores obtidos com os previstos pelas fórmulas e o teste ANOVA *one way* com utilização de *post-hoc* de *Tukey* para comparação dos graus de IMC com os valores previstos, para as correlações foi utilizado o teste de *Person*, e a análise de

regressão linear foi aplicada para identificar o grau de interferência da massa corporal (IMC) sobre a FMI pelo valor de r^2 . O nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$.

Para a análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico IBM® SPSS® Statistics 22 (SPSS, Chicago, Illinois).

5. Resultados

Os resultados estão apresentados em forma de artigos, de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UNINOVE, especificamente em dois artigos, como se segue:

Artigo I - A força muscular inspiratória está alterada em mulheres obesas? Análise comparativa dos valores obtidos pelo manovacuômetro e pelo RT2® DeVilbiss com equações preditivas para indivíduos eutróficos.

Artigo submetido à revista Respiratory Care

Artigo II - Capacidade funcional e *endurance* muscular respiratória em mulheres obesas.

Artigo à ser submetido

5.1 Artigo I - A força muscular inspiratória está alterada em mulheres obesas? Análise comparativa dos valores obtidos pelo manovacuômetro e pelo RT2® DeVilbiss com equações preditivas para indivíduos eutróficos.

Resumo

Introdução: Indivíduos obesos podem apresentar disfunção muscular respiratória, especialmente pelas mudanças na relação entre o pulmão, parede torácica e o músculo diafragma, causando sobrecarga e aumento do trabalho mecânico envolvido na respiração. Contudo, há falta de informações sobre como tal disfunção se apresenta, especialmente nas mulheres obesas. **Objetivos:** Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar as pressões inspiratórias máximas (P_{lmáx}) em mulheres obesas, obtidas pelo manovacuômetro (P_{lmáxMV}) e pelo RT2 (P_{lmáxRT}), e comparar os achados com as equações de valores previstos. **Materiais e Método:** Trata-se de um estudo transversal, incluindo 103 mulheres obesas com idade entre 18 e 65 anos e índice de massa corpórea (IMC) entre 30 e 60 kg/m², nas quais também foram mensurados os valores espirométricos (CVF, VEF₁ e CVF/VEF₁), além das P_{lmáxMV} e P_{lmáxRT}. **Resultados:** Os resultados mostraram que as obesas apresentaram P_{lmáxMV} de 98±24,3 cmH₂O, maior que a P_{lmáxRT} 74,2±29 cmH₂O e, ao serem comparados com as equações de valores preditivos para indivíduos eutróficos foram inferiores e apresentaram correlações negativas com o IMC. **Conclusão:** Esses resultados possibilitaram constatar que as mulheres obesas apresentaram força muscular inspiratória com valores inferiores àqueles previstos pelas equações preditivas para indivíduos eutróficos, que há diferença entre as medidas de diferentes equipamentos e que o IMC influencia na P_{lmáx}.

Palavras chave: obesidade, músculo respiratório, força muscular, valores de referência, fisioterapia, pressões inspiratórias máximas.

5.1.1 Introdução

Caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, a obesidade é uma doença ⁽¹⁾, tornando-se um problema de saúde pública mundial ^(2,3,4), sendo que o desequilíbrio entre o ganho e gasto energético caracterizam o aumento do tecido adiposo, exercendo um papel importante no desenvolvimento das complicações em diversos sistemas, como é o caso do sistema respiratório^(11,14,20).

De acordo com Magnani e Cataneo, 2007, indivíduos obesos tem disfunção muscular respiratória devido às mudanças na relação entre o pulmão, parede torácica e o músculo diafragma, que por sua vez alteram a mecânica respiratória, interferindo negativamente na troca gasosa. Acredita-se que essas alterações causam sobrecarga nos músculos respiratórios, aumentando o trabalho mecânico envolvido na respiração ^(14,18,19,20,22).

A avaliação da força muscular respiratória (FMR) medida pela Pressão Expiratória máxima (PE_{máx}) e Pressão Inspiratória máxima (PI_{máx}) tem sido usada desde a década de 1960 e 70⁽³⁶⁾, devido ao seu importante papel diagnóstico em alterações pulmonares, como nos pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)⁽¹²⁾. Contudo, ainda há carência de informações sobre a FMR em indivíduos com obesidade, pois não há um consenso sobre os valores preditos, tampouco se esta tem alguma relação com a massa corporal (IMC)^(37,41,42,44).

Alguns autores^(37,40,41,42,43) propuseram equações para valores de referência para as medidas de FMR em indivíduos eutróficos, levando em consideração o sexo e a idade, mas poucos são os estudos desenvolvidos com indivíduos obesos, sendo que Pazzianotto-Fort et al 2012, ao avaliarem a P_{Imáx} em mulheres obesas, e compararem com diferentes equações preditivas, constataram três diferentes valores para os mesmos indivíduos⁽²²⁾, pois a FMR não está somente correlacionada com a idade e sexo, mas também com o peso, altura e superfície corporal, justificando estudos sobre equações preditivas, particularmente para PI_{máx}, em indivíduos obesos^(41,42).

Independentemente da população a ser estudada, a FMR vem sendo explorada, com a utilização de diferentes equipamentos e metodologias, sendo

o manovacuômetro analógico, o mais conhecido e mais utilizado, ressaltando-se que seu funcionamento é por um sistema fechado o qual gera um vácuo pressórico e variação escalométrica em cmH_2O ^(36,37,53). Mas, desde a década de 1990, um outro equipamento de medida de FMR e também de treinamento muscular respiratório, denominado RT2[®] DeVilbiss Healthcare Ltda., vem sendo utilizado, principalmente em atletas.

Acoplado a um computador, o RT2 fornece representação gráfica do esforço inspiratório, com feedback em tempo real ^(39,43,44) e possibilita também a realização de um Teste Incremental Respiratório de Endurance (TIRE). Pela primeira vez no Brasil, foi utilizado por Bien et al, 2017, em indivíduos eutróficos, com propósito de elaboração de equações preditivas para a PI_{max} obtida por este aparelho, para a população brasileira ⁽⁴³⁾.

Com isso, e considerando a diversificação de equipamentos e de técnicas, assim como a existência de equações preditivas para valores de $\text{P}_{\text{Imáx}}$ apenas para indivíduos eutróficos ^(37,40,43,41,42), justificou-se a realização deste estudo numa população de mulheres obesas, utilizando-se tanto o Manovacuômetro ($\text{PI}_{\text{máxMV}}$), quanto o RT2 (PI_{maxRT}), com vistas à contribuir para a elucidação da $\text{PI}_{\text{máx}}$ em mulheres com obesidade.

5.1.2 Materiais e Métodos

Amostra e aspectos éticos

Trata-se de um estudo transversal no qual participaram 103 mulheres, obesas com ($\text{IMC} \geq 30 \text{kg/m}^2$), recrutadas na comunidade local da instituição. Todas as voluntárias foram informadas quanto aos objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), com aprovação pelo CEP da UNINOVE sob Parecer 2.560.684 e CAAE: 83122918.8.0000.551, anexo 1.

As avaliações foram realizadas no laboratório de Avaliação Funcional Respiratória- LARESP da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, no período de agosto de 2017 a setembro 2018.

Os critérios de inclusão foram: mulheres com obesidade classificada pelo $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, com idade entre de 18 e 65 anos. Foram excluídos, portadores de doenças infecciosas ou inflamatórias, infecção respiratória nas últimas duas semanas, doença renal, hepática, hipertensão arterial ou diabetes descompensadas, que apresentavam alteração pulmonar obstrutiva ou restritiva detectada pela espirometria, com limitações físicas para realização dos testes e que não assinassem o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos experimentais

As avaliações foram efetuadas em uma única visita, e após realizada a anamnese, foram obtidas as medidas antropométricas. Para a obtenção do IMC foi utilizada a equação de peso (kg)/Altura²(m), onde o peso foi verificado pela balança de precisão Tanita® calibrada com capacidade máxima de 180 kgs e 100 g de resolução, para a altura foi utilizado um estadiômetro com resolução em milímetros. As voluntárias foram orientadas a permanecerem em posição ortostática, sem sapatos e utilizarem roupas leves.

Para a exclusão de alterações obstrutivas ou restritivas pulmonares, foram realizadas as medidas de Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a razão VEF₁/CVF% $\leq 80\%$ do previsto ⁽³³⁾, avaliadas por um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo, marca Easy-One NDD® Medizintechnik Suíça, seguindo-se as recomendações da American Thoracic Society (ATS) ⁽²³⁾ e diretrizes para testes de função pulmonar ⁽³⁴⁾. Os valores obtidos foram expressos em litros e em porcentagem do predito, segundo valores de referência de Knudson, 1983⁽³⁵⁾.

Para as medidas de P_{Imáx}, foram utilizados o manovacuômetro, que forneceu a P_{ImáxMV} e o RT2, que forneceu a P_{ImáxRT}. O manovacuômetro utilizado foi da marca Critical Med®, USA, 2002, com intervalo operacional de 0 a $\pm 300 \text{ cmH}_2\text{O}$, devidamente equipado com um adaptador de bocais de plástico rígido, contendo um pequeno orifício de 2mm de diâmetro interno, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da pressão na cavidade

oral, gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com o fechamento da glote. Sendo que a $P_{\text{máxMV}}$ foi medida a partir do volume residual (VR), e os indivíduos permanecerem sentados, com os pés apoiados e usando clipe nasal. Foram realizados no mínimo 3 esforços e no máximo 5, com intervalo de 1 minuto entre eles, considerados tecnicamente aceitáveis e reproduzíveis aqueles sustentados por pelo menos 1 segundo e com uma diferença inferior a 10% do imediatamente inferior ⁽³⁶⁾.

A $P_{\text{máxRT}}$ foi coletada através do aparelho RT2[®] DeVilbiss Healthcare Ltd, conectado a um laptop ou computador de mesa. Para tal o indivíduo inspirou tão profundamente e plenamente quanto possível, por meio de um bocal apropriado, gerando a $P_{\text{máxRT}}$ em cmH_2O . Seguindo-se o padrão proposto pelos fabricantes do equipamento, três a cinco esforços inspiratórios, com intervalo de 1 minuto cada, foram realizados para se obter os valores acurados de $P_{\text{máxRT}}$ ⁽³⁹⁾, computando-se sempre o maior valor obtido.

Os valores obtidos tanto $P_{\text{máxMV}}$, quanto $P_{\text{máxRT}}$, foram comparados com os valores previstos pelas equações de Costa et al., 2010⁽⁴⁰⁾, Neder et al. 1999⁽³⁷⁾, Harik-Khan et al. 1998⁽⁴¹⁾, Sgaribold e Pazzianoto-Forti, 2016⁽⁴²⁾ e Bien et al., 2017⁽⁴³⁾, conforme o quadro 1, à seguir.

Quadro 1- Equações Preditivas de $P_{\text{máx}}$ para Mulheres

<p>Equação de Harik-Khan ($P_{\text{máxEHK}}$): Harik-Khan, et al.⁽⁴¹⁾ $P_{\text{máx}} = 171 - 0,694 \times \text{idade} + 0,861 \times \text{massa corporal (kg)} - 0,743 \times \text{altura (cm)}$</p> <p>Equação de Neder ($P_{\text{máxEN}}$): Neder, et al.⁽³⁷⁾ $P_{\text{máx}} = - 0,49 \times \text{idade} + 110,4$</p> <p>Equação de Costa ($P_{\text{máxEC}}$): Costa, et al.⁽⁴⁰⁾ $P_{\text{máx}} = - 0,46 \times \text{idade} + 74,25$</p> <p>Equação de Sgaribold ($P_{\text{máxESP}}$): Sgaribold e Pazzianoto-Forti⁽⁴²⁾ $P_{\text{máx}} = - 0,2 \times \text{peso} - 65,6$</p>
<p>Equação de Bien ($P_{\text{máxEB}}$): Bien et al.⁽⁴³⁾ $P_{\text{máx}} = (\text{Altura} \times 85,86) - (\text{Idade} \times 0,66) - 51,06$</p>

Análise estatística

O cálculo amostral de no mínimo 85 participantes foi feito com base em um estudo transversal ⁽⁴¹⁾, utilizando-se um coeficiente de correlação para massa corporal, considerando o peso em quilogramas e o IMC correlacionado com a *Plmáx*, obtendo respectivamente magnitude do efeito $r = 0,33$ e $0,34$, com $\alpha = 0,05$ bicaudal e poder da amostra de 80%⁽⁴⁵⁾.

A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e análise gráfica, sendo que após verificada a normalidade dos dados, estes foram expressos em média e desvio padrão.

Foram utilizados o teste *t Student* pareado para comparação dos valores obtidos de *Plmáx* com os previstos pelas fórmulas e o teste ANOVA *one way* com utilização de *post-hoc* de *Tukey* para comparação dos graus de IMC com os valores previstos de *Plmax*, para as correlações foi utilizado o teste de *Person*, e a análise de regressão linear foi aplicada para identificar o grau de interferência da massa corporal (IMC) sobre a FMI (*Plmax*) pelo valor de r^2 . O nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$.

Para a análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico IBM® SPSS® Statistics 22 (SPSS, Chicago, Illinois).

5.1.3 Resultados

Sujeitos

Das 107 mulheres obesas triadas, 04 não puderam concluir os testes, sendo que a amostra final foi composta por 103 mulheres com obesidade, de acordo com o fluxograma da figura 1 e dados da tabela 1.

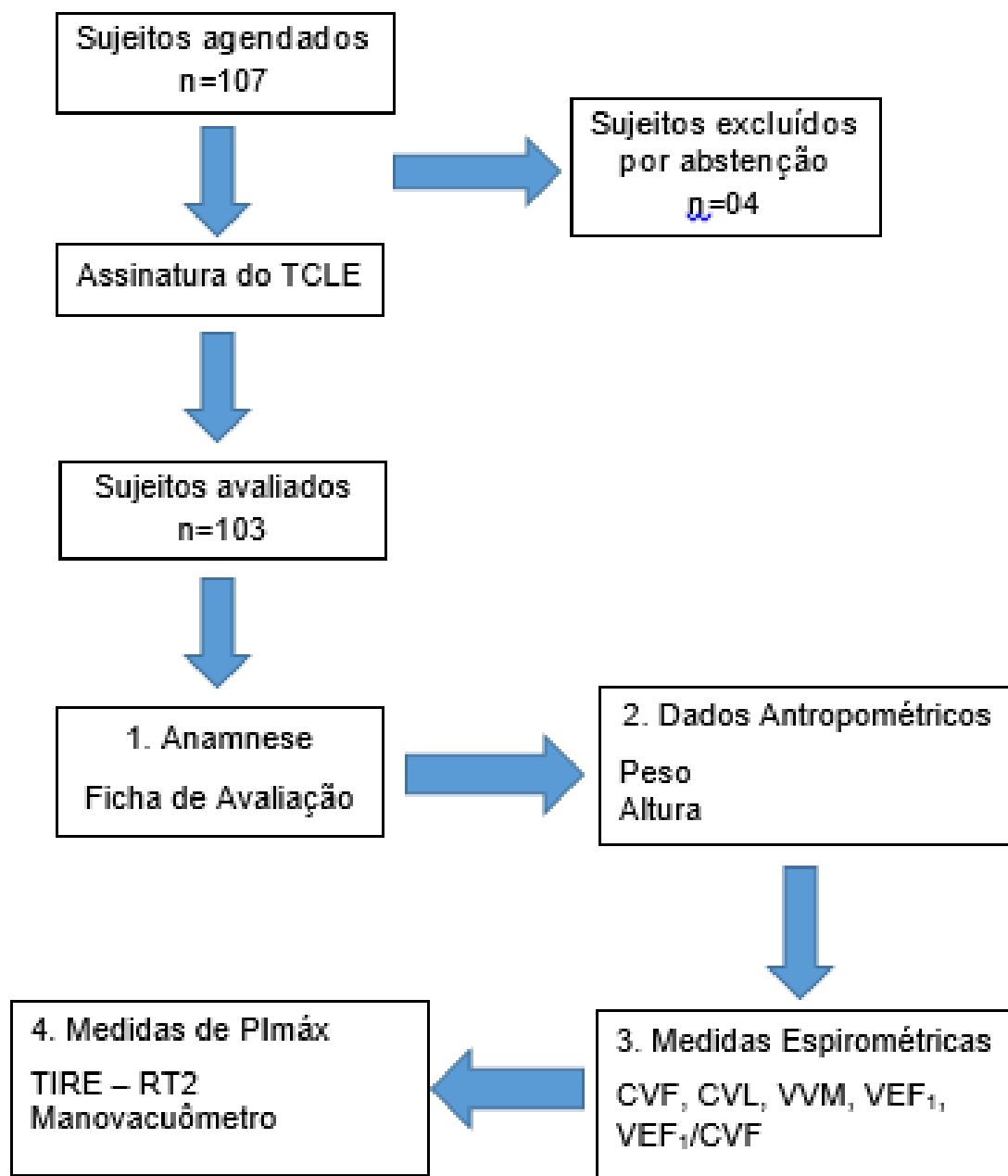


Figura 1: Fluxograma dos indivíduos desde a seleção até a avaliação por ordem de procedimentos. TIRE: Teste Incremental de Endurance, CVF: capacidade vital forçada; CVL: Capacidade Vital Lenta, VEF₁: Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação Volume expiratório forçado no primeiro segundo/ capacidade vital forçada

Achados Clínicos

Na tabela 1 estão demonstradas as características antropométricas das voluntárias, além da idade e valores espirométricos, cujos resultados mostram a

inexistência de alterações restritivas ou obstrutivas ao fluxo aéreo, podendo-se considerar as voluntárias sem alterações pulmonares e de vias aéreas.

Tabela 1: Características antropométricas, idade e características espirométricas da amostra.

	Feminino n 103
Idade (19 - 65 anos)	32±10,3
Altura (1,5 – 1,86m)	1,64±0,06
Peso (72 – 180 Kg)	104±19
IMC (30 – 60,1kg/m²)	38,2±5,6
IMC1 n 33 (30 – 34,9 kg/m²)	33±1,4
IMC2 n 38 (35 – 39,9 kg/m²)	37±1,4
IMC3 n 32 (≥ 40 kg/m²)	45±5,1
CVF (%P)	99,9±15
VEF₁ (%P)	97±16,2
VEF₁/CVF (%P)	83±5,1

IMC = índice de massa corporal (kg/m²), IMC1 = Grau 1 de índice de massa corporal, IMC2 = Grau 2 de índice de massa corporal, IMC3 = Grau 3 de índice de massa corporal, CVF% (%P) = Capacidade vital forçada em porcentagem do previsto, VEF₁% (%P) = volume expiratório forçado no primeiro segundo em porcentagem do previsto, VEF₁/CVF% (%P) = razão VEF₁/CVF% em porcentagem do previsto, valores representados em média e ± desvio padrão.

Como pode ser observado na tabela 1, a idade média foi de 32±10,3 anos (19 a 65 anos), o IMC médio foi de 38,2±5,6, distribuídos entre os níveis 1, 2 e 3 de obesidade e, os resultados espirométricos indicaram inexistência de anormalidade restritiva de caixa torácica e fluxométricas de vias aéreas.

Os resultados da FMI, obtidos e previstos, das mulheres obesas, foram organizados em médias e respectivos desvios padrão e, juntamente com os resultados estatísticos, compõem a tabela 2, à seguir.

Tabela 2: Comparação dos valores obtidos de P_{ImáxMV} e P_{ImáxRT} com os valores previstos pelas diferentes equações preditivas, com respectivos percentuais do previsto

Obtida pelo P _{ImáxMV} e pelo P _{ImáxRT} e % do previsto	Valor esperado pelas Equações preditas	Diferença entre obtida e prevista
	P_{ImáxEN}	p
P _{ImáxMV} -98±24,3 (103 %)	-95±5,0	0,218
P _{ImáxRT} -74,2±20 (78 %)		<0,001*
	P_{ImáxEC}	
P _{ImáxMV} -98±24,3 (164%)	-60±4,6	<0,001*
P _{ImáxRT} -74,2±20 (124%)		<0,001*
	P_{ImáxEHK}	
P _{ImáxMV} -98±24,3 (84%)	-116±17	<0,001*
P _{ImáxRT} -74,2±20 (78%)		<0,001*
	P_{ImáxESP}	
P _{ImáxMV} -98±24,3 (113%)	-86,3±4,0	<0,001*
P _{ImáxRT} -74,2±20 (87%)		<0,001*
	P_{ImáxEB}	
P _{ImáxMV} -98±24,3 (108%)	-90,5±6,0	0,004*
P _{ImáxRT} -74,2±20 (82%)		<0,001*
	p<0,001**	

P_{ImáxMV} = Pressão expiratória máxima em cmH₂O obtida pelo manovacômetro; P_{ImáxRT} = Pressão expiratória em cmH₂O máxima obtida pelo RT2; P_{ImáxEN} = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Neder; P_{ImáxEC} = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Costa; P_{ImáxEHK} = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Harik-Khan; P_{ImáxESP} = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Sgaribold e Pazzianotto-Forti; P_{ImáxEB} = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Bien; p = resultado do teste *t* pareado com significância p<0,05* e , ANOVA one way e post-hoc de Turkey com significância p<0,05**.

De acordo com os resultados observados na tabela 2, na comparação dos valores obtidos de P_{ImáxMV} e P_{ImáxRT} com as equações de valores previstos, com exceção da P_{ImáxEC}, todas apresentaram valores obtidos abaixo do previsto para indivíduos eutróficos, exceto a P_{ImáxMV}, que foi maior que a P_{ImáxEN}.

Nesta tabela pode ser observado ainda que a P_{ImáxEHK} superestima o valor previsto para estas mulheres obesas e que há diferença significativa entre

os valores previstos para as mesmas mulheres obesas, para cada equação preditiva.

Tendo em vista a diferença da FMI dessas mulheres com obesidade, encontradas entre os diferentes equipamentos (P_{ImáxMV} e P_{ImáxEN}) e as possíveis influências da massa corporal na FMI, esta foi analisada e comparada, levando-se em consideração os diferentes níveis de obesidade (IMC 1; IMC 2 e IMC 3), como mostram os dados da tabela 3, à seguir.

Tabela 3: Comparação entre as medidas de P_{ImáxMV} e P_{ImáxRT} pelos diferentes Graus de IMC.

	P_{ImáxMV}	P_{ImáxRT}	%	p
IMC (N=103)	-98±24,3	-74,2±20	75	<0,001
IMC1 (N=33)	-88±19,4	-69±15,3	78	<0,001
IMC2 (N=38)	-97,3±24	-75,2±22	77	<0,001
IMC3 (N=32)	-109±25,2	-79±21	72	<0,001

P_{ImáxMV} = Pressão expiratória máxima em cmH₂O obtida pelo manovacuômetro; P_{ImáxRT} = Pressão expiratória máxima em cmH₂O obtida pelo RT2; IMC = índice de Massa Corpórea, p = resultado do teste t pareado com significância p<0,05.

De acordo com os resultados da tabela 3, independentemente do grau de IMC, a FMI das mulheres com obesidade, medidas pela P_{ImaxRT} permanecem inferiores, na ordem de 70 à 80%, à P_{ImaxMV}.

De acordo com os dados da tabela 2 onde há diferença significativa entre as equações de valores preditos para as mesmas mulheres obesas e da tabela 3 onde há diferença significativa entre as medidas de P_{ImaxMV} e P_{ImaxRT} entre os graus de IMC para as mesmas mulheres obesas, verificou-se a necessidade de correlacionar-se as equações previstas de P_{Imax} com os diferentes graus de IMC, representados na tabela 4, a seguir:

Tabela 4: Correlação entre os Graus de IMC com as equações de valores previstos existentes na literatura

	PlmaxEN	PlmáxEC	PlmáxEHK	PlmáxESP	PlmáxEB
IMC (n=103)	r -0,163**	r -0,163**	r -0,896*	r -0,883*	r -0,06**
IMC1 (n=33)	r -0,02**	r -0,02**	r -0,341**	r -0,301**	r -0,120**
IMC2 (n=38)	r -0,06**	r -0,06**	r -0,525*	r -0,475*	r -0,07**
IMC3 (n=32)	r -0,174**	r -0,174**	r -0,885*	r -0,896*	r -0,310**

IMC = índice de massa corporal (kg/m²), IMC1 = Grau 1 de índice de massa corporal, IMC2 = Grau 2 de índice de massa corporal, IMC3 = Grau 3 de índice de massa corporal, PlmaxEN = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Neder et al, PlmáxEC = pressão inspiratória em cmH₂O máxima prevista pela equação de Costa et al, PlmáxEHK = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Harik-Khan, Wise e Fozard, PlmáxESP = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Sgaribold – Pazzianotto-Forti, PlmáxEB = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Bien et al, correlação de Pearson com significância p<0,05*; correlação de Pearson com p>0,05**

Os achados da tabela 4 demonstram que as equações PlmaxHK e PlmaxESP tem correlação negativa com o IMC, figuras 2 e 3, principalmente demonstrado nos IMC 2 e 3, sendo esta correlação mais alta com IMC 3.

Para as demais equações de valores previstos não houveram correlações significativas.

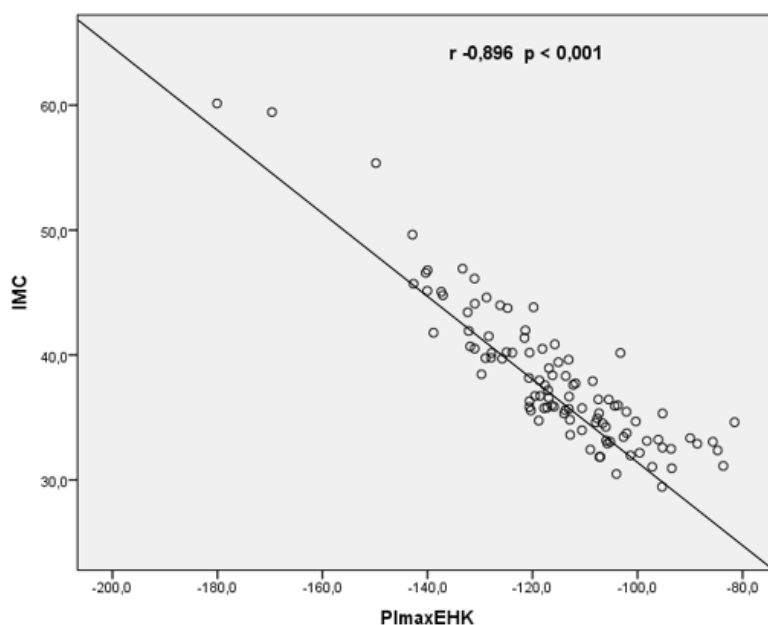


Figura 2 – Correlação entre os resultados de IMC com os de valores previstos pela equação de PlmaxEHK.

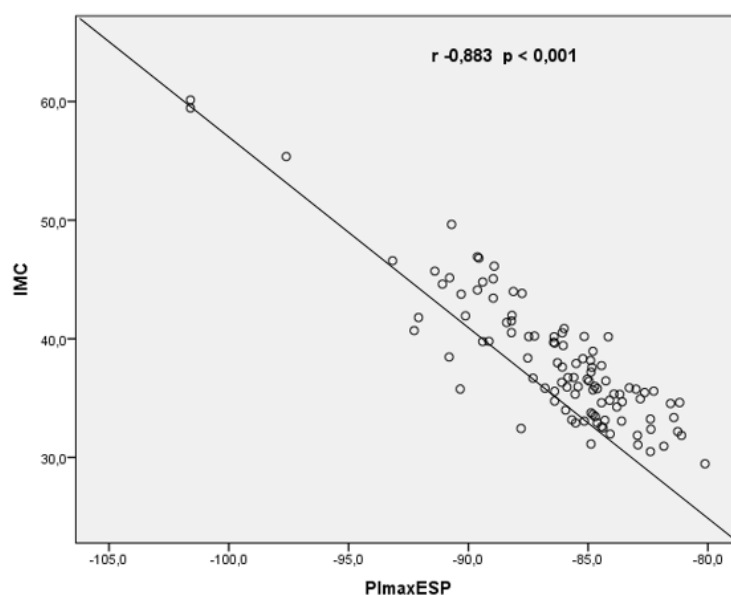


Figura 3 – Correlação entre os resultados de IMC com os de valores previstos pela equação de PImaxESP.

Para melhor compreensão do comportamento da correlação do IMC com as equações previstas de PImaxESP e PImaxEHK foi realizada uma análise de regressão linear e os dados estão descritos na tabela 5, a seguir

Tabela 5: Análise de regressão considerando a PImaxEHK e PImaxESP como variáveis dependentes em relação ao IMC

Variável dependente: PImaxESP			
	r ² %	r	p
IMC (N=103)	78,0	-0,883	<0,001
Variável dependente: PImaxEHK			
	r ² %	r	p
IMC (N=103)	80,3	-0,896	<0,001

PImaxEHK = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Harik-Khan et al, PImaxESP = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Sgaribold – Pazzianotto-Forti, IMC3 = Grau 3 de índice de massa corporal, análise de regressão linear com significância p<0,05

Nesta análise o IMC que apresenta alta correlação significativa com as equações, explica 80,3% de variação da PImax na equação PImaxEHK e 78% de variação da PImax na equação PImaxESP.

Devido a diferença significativa entre as medidas de PImaxMV e PImaxRT, a correlação não significativa da equação PImaxEB com os graus de obesidade e pelo média dos valores previstos pela equação PImaxEB estarem

acima do obtido para estes sujeitos e além do fato do RT2 ser um dispositivo relativamente novo e pouco estudado nesta população, as análises a seguir, na tabela 6, tem como objetivo demonstrar os intervalos de confiança das médias dos valores obtidos pelo RT2 em mulheres obesas.

Tabela 6: Intervalo de confiança das médias obtidas pela P_{lmax}RT de acordo com o grau de obesidade.

	P_{lmax}RT	P_{lmax}EB	IC 95%	
IMC (N=103)	-74,2±20	-90,5±6	-70	-78
IMC1 (N=33)	-69±15,3	-91±7	-63	-75
IMC2 (N=38)	-75,2±22	-90±6	-65	-81
IMC3 (N=32)	-79±21	-91±6	-71	-86

IMC = índice de massa corporal, IMC1 = Grau 1 de índice de massa corporal, IMC2 = Grau 2 de índice de massa corporal, IMC3 = Grau 3 de índice de massa corporal, P_{lmax}EB = pressão inspiratória máxima em cmH₂O prevista pela equação de Bien et al, P_{lmax}RT= Pressão expiratória máxima em cmH₂O obtida pelo RT2, IC Intervalo de confiança de 95%

Os dados da tabela 6 demonstram que as médias dos valores de P_{lmax}RT encontram-se inferiores as médias para a equação P_{lmax}EB para as mulheres obesas em todas as faixas de obesidade, porém este valor obtido encontra-se fora do intervalo de confiança de 95%.

5.1.4.Discussão

Ao compararmos os dados de valores previstos de P_{lmax} para as mulheres obesas, entre as diferentes equações preditivas para indivíduos eutróficos, constatamos resultados diferentes, de forma a subestimar ou superestimar a P_{lmax} para essas mulheres. O que nos reforça a observação de inaplicabilidade dessas equações para a população de obesos, justificando a busca por novas equações ou de ajustes nas equações existentes para a aplicabilidade nessa população.

A FMR em indivíduos com obesidade ainda é contraditória na literatura pois, enquanto Abdalla, et al., 2018 encontraram valores de P_{lmax} em mulheres obesas, em média 21% maiores em relação às não obesas⁽¹²⁾, e Campos et al., 2017 encontraram valores médios de P_{lmax} 102% maiores do que o previsto para indivíduos eutróficos, em mulheres com obesidade com IMC grau 3 no pré-operatório de cirurgia bariátrica⁽¹⁴⁾. Sant Anna Jr et al., 2011⁽⁴⁸⁾ encontraram uma

redução de 30% a 40% da $Pl_{\text{máx}}$ em indivíduos obesos, em comparação a indivíduos eutróficos e Sood et al., 2009 encontraram valores de $Pl_{\text{máx}}$ à 60% do previsto para indivíduos eutróficos⁽⁴⁹⁾.

Esses resultados possivelmente se devem a existência de poucos estudos e inexistência de consenso sobre este tema, e devido a maioria das equações preditivas serem para indivíduos eutróficos, o que reforça a necessidade de novos estudos com obesos, envolvendo sempre um maior número amostral possível, afim de se garantir uma boa reprodutibilidade de equações preditivas à essa população.

Essas alterações da FMI observadas em sujeitos obesos se devem, possivelmente à certas limitações na mecânica ventilatória pois, para que estes sujeitos possam produzir um trabalho ventilatório adequado é necessária maior atividade da musculatura diafragmática⁽⁵⁴⁾, pois o depósito excessivo de gordura na cavidade torácica e abdominal eleva as cúpulas diafragmáticas, ocasionando aumento da pressão expiratória final positiva pelo fechamento das pequenas vias aéreas da base do pulmão, promovendo o aumento do trabalho ventilatório e desvantagem muscular respiratória⁽¹⁵⁾. Nossos resultados indicaram que a deposição de gordura corporal, independentemente dos diferentes graus de IMC, influenciou nos valores de $Pl_{\text{máx}}$ obtida, tanto pelo manovacuômetro, quanto pelo RT2.

Enquanto Magnani e Cataneo, 2007 encontraram valores obtidos de $Pl_{\text{máx}}$ em sujeitos com IMC 3, dentro do previsto pelas equações de Neder et al, 1999, Castello et al, 2007, também avaliando mulheres obesas com IMC 3, encontraram valores de $Pl_{\text{máx}}$ inferiores aos esperados por essas equações de Neder, et al^(20,23,37).

Ao avaliarem três equações de valores previstos (Neder et al, 1999, Costa, et al, 2010 e Harik-Khan et al, 1998), Pazzianoto-Forti, et al., 2012 encontraram três valores diferentes, ainda que a de Harik-Khan et al., 1998 foi a que demonstrou ser a mais apropriada para esta população⁽⁵⁰⁾.

Nossos resultados mostraram que as características antropométricas do sujeito obeso, principalmente nos IMC 3, tem influência direta sobre a $Pl_{\text{máx}}$, o que está de acordo com Harik-Khan, et al., 1998, pois a força muscular

respiratória está relacionada com o sexo, idade, peso, altura e superfície corporal⁽⁴¹⁾, lembrando que de todas as equações encontradas, apenas esta e a Sgaribold e Pazzianotto-Forti, EM, 2016⁽⁴²⁾ contemplaram também a superfície corporal.

Nossos resultados demonstraram que as mulheres obesas apresentam uma FMI reduzida em relação à valores preditos para indivíduos eutróficos, sendo que $PI_{\text{máxMV}}$ foi inferior para a equação predita de Harik-Khan et al., 1998 Além disso, quando a medida da FMI foi realizada no equipamento RT2, ou seja a $PI_{\text{máxRT}}$, essa diferença se acentuou. Em relação à PI_{maxRT} , nas mulheres obesas do presente estudo, também se apresentou inferior de forma significativa em relação à equação de Bien, et al., PI_{maxEB} , mesmo esta equação sendo desenvolvida para predizer os valores em indivíduos eutróficos que utilizaram o RT2 para obter a PI_{max} , o que reforça o fato de a superfície corporal estar influenciando nestas medidas de FMI.

Os valores que obtivemos pelo manovacuômetro, aqui determinados como $PI_{\text{máxMV}}$, foram em média 30% superiores aos obtidos pelo RT2, aqui determinados como $PI_{\text{máxRT}}$, o que pode estar relacionado aos diferentes mecanismos de funcionamento desses dois equipamentos pois, enquanto o manovacuômetro analógico fornece os valores por meio de um sistema fechado, o qual gera um vácuo pressórico, necessitando de maior pico de força para execução da pressão^(36,37,53), o RT2 exige a sustentação da inspiração por alguns segundos à mais, para a medida de FMI e, como tal, é caracterizado por um sistema aberto com carga resistiva de fluxo inspiratório, necessitando de um menor pico de força para gerar a pressão^(39,44). Esses aspectos são importantes para estabelecer possíveis equações de valores preditos.

O entendimento e uso de equações de valores previstos para $PI_{\text{máx}}$ que levem em consideração a massa corporal do sujeito obeso, considerando as alterações que esta acarreta na saúde física destes sujeitos, possibilita resultados mais acurados da força muscular inspiratória e, conseqüentemente, uma abordagem terapêutica melhor fundamentada, especialmente em se tratando de treinamento físico e/ou reabilitação física e funcional nessa população.

5.1.5.Conclusão

As mulheres obesas apresentam menor força muscular inspiratória quando comparados seus valores obtidos com os previstos pelas equações preditivas para indivíduos eutróficos. O grau de obesidade interferiu na força muscular inspiratória e a $P_{\text{ImáxMV}}$ obtida pelo manovacuômetro foi maior que aquelas obtidas pelo RT2.

5.2 Artigo II – Capacidade funcional e *endurance* muscular respiratória em mulheres obesas.

Resumo

Introdução: O desequilíbrio entre o maior consumo e o menor gasto energético levam à obesidade, trazendo prejuízo à saúde de indivíduos obesos, resultando em disfunção muscular respiratória e redução da capacidade funcional, pois o aumento da massa corporal a ser deslocado leva a maior consumo das reservas metabólicas. Além de alterações respiratórias, pelas mudanças na relação entre o pulmão, parede torácica e o músculo diafragma, a obesidade causa sobrecarga e aumento do trabalho mecânico envolvido na respiração. Contudo, há falta de informações sobre como tais disfunções se apresentam, especialmente nas mulheres obesas. **Objetivos:** Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade funcional e a *endurance* muscular respiratória (EMR) em mulheres com obesidade. **Materiais e Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, incluindo 103 mulheres obesas com idade entre 18 e 65 anos e índice de massa corpórea (IMC) entre 30 e 60 kg/m², nas quais foram mensurados os valores espirométricos (CVF, VEF₁, CVF/VEF₁ e VVM), a capacidade funcional pelo *Incremental Shuttle Walk Teste* (ISWT) e a *endurance* muscular respiratória (EMR) pela Pressão Inspiratória Máxima Sustentada (PImáxS). **Resultados:** Os resultados mostraram que as mulheres obesas apresentam uma distância percorrida (DP), pelo ISWT de 60% do previsto para indivíduos eutróficos e correlação positiva entre a DP com a Ventilação Voluntária Máxima (VVM). **Conclusão:** Esses resultados permitem concluir que as mulheres obesas apresentam um desempenho físico e EMR reduzidos e que essas variáveis se correlacionam nesta população.

Palavras chave: obesidade, *endurance* muscular respiratória, capacidade funcional, desempenho físico.

5.2.1 Introdução

A obesidade se enquadra no grupo de doença crônico-degenerativa, caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal trazendo prejuízo à saúde ^(1;2), lembrando que indivíduos obesos tem disfunção muscular respiratória devido às mudanças na relação entre o pulmão, parede torácica e o músculo diafragma, que por sua vez alteram a mecânica respiratória, interferindo negativamente na troca gasosa. Acredita-se que essas alterações causam sobrecarga nos músculos respiratórios, aumentando o trabalho mecânico envolvido na respiração ^(14;20;18;19;21;22). Todavia, há escassez de estudos sobre a endurance muscular respiratória (EMR) e a associação desta ao desempenho físico geral, sobretudo em indivíduos com obesidade, especialmente em mulheres.

A avaliação da capacidade funcional em indivíduos com obesidade tem sido mensurada, pelo teste de caminhada de seis minutos (TC`6) ^(20; 23; 26; 27), porém com certa reserva, uma vez que o próprio avaliado dita seu ritmo no teste, e a lentidão natural de indivíduos com obesidade poderá interferir. Já, o *Incremental Shuttle Walk Test* (ISWT), que foi desenvolvido para avaliar a capacidade funcional em pacientes com DPOC⁽²⁸⁾, apresenta caráter incremental e produz respostas fisiológicas próximas às observadas no teste de exercício cardiopulmonar ^(13; 14; 15), sendo considerado um dos testes mais usuais para se avaliar o desempenho físico, porém pouco documentado na avaliação indivíduos obesos ^(14; 55).

No que se refere à EMR, é reduzido o número de estudos, especialmente em indivíduos com obesidade, pois não há consenso de técnicas ou recursos de mensuração, além de haver necessidade de evidência científica da EMR, especialmente nesta população. A ventilação voluntária máxima (VVM), retrata bem a EMR⁽²⁰⁾, contudo, por ser uma variável que depende de outras informações espirométricas para assegurar informação sobre a EMR, deve ser vista com reserva, senão em associação com outros métodos.

Estudos com o PowerBreath^{®(51)} tem explorado a EMR, embora com predominância em populações de atletas ou de pacientes com DPOC ⁽⁵¹⁾, porém trata-se de dispositivo que necessite ainda de padronização técnica, acurácia e,

maior embasamento científico, para assegurar tal mensuração, pois tem sido empregado para treinamento dos músculos respiratórios. Não foram encontrados estudos com este equipamento em indivíduos com obesidade.

Outro equipamento que também vem sendo utilizado, sobretudo em atletas, tanto para o treinamento dos músculos respiratórios, quanto para a avaliação da EMR, é o RT2® DeVilbiss Healthcare Ltda. Acoplado a um computador, este RT2 coleta a EMR e tem a vantagem de fornecer uma representação gráfica do esforço respiratório, com feedback em tempo real^(39;43;44) e possibilita a realização do “Teste Incremental Respiratório de Endurance” (TIRE), expresso em pressão inspiratória máxima sustentada (PI_{máxS})⁽⁴³⁾. Mas, também não foram encontradas informações sobre estudos desenvolvidos com o RT2 em indivíduos com obesidade.

Tendo em vista a influência da obesidade sobre a mecânica respiratória e capacidade funcional do indivíduo obeso, bem como a escassez de estudo sobre este tema, o objetivo deste estudo foi avaliar e correlacionar o desempenho físico e a EMR em mulheres com obesidade.

5.2.2 Materiais e Métodos

Amostra e aspectos éticos

Trata-se de um estudo transversal no qual participaram 103 mulheres, obesas com ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$), recrutadas na comunidade local da instituição. Todas as voluntárias foram informadas quanto aos objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), com aprovação pelo CEP da UNINOVE sob Parecer 2.560.684 e CAAE: 83122918.8.0000.551, anexo 1.

As avaliações foram realizadas no laboratório de Avaliação Funcional Respiratória- LARESP da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, no período de agosto de 2017 a setembro 2018.

Os critérios de inclusão foram: mulheres com obesidade classificada pelo $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, com idade entre de 18 e 65 anos. Foram excluídos, portadores

de doenças infecciosas ou inflamatórias, infecção respiratória nas últimas duas semanas, doença renal, hepática, hipertensão arterial ou diabetes descompensadas, que apresentassem alteração pulmonar obstrutiva ou restritiva detectada pela espirometria, com limitações físicas para realização dos testes e que não concordassem com o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos experimentais

As avaliações foram efetuadas em uma única visita e, após realizada a anamnese, foram obtidas as medidas antropométricas. Para a obtenção do IMC foi utilizada a equação de peso (kg)/Altura²(m), onde o peso foi verificado pela balança de precisão Tanita® calibrada com capacidade máxima de 180 kg e 100 g de resolução, para a altura foi utilizado um estadiômetro com resolução em milímetros. As voluntárias foram orientadas a permanecerem em posição ortostática, sem sapatos e utilizarem roupas leves.

Para a exclusão de alterações obstrutivas ou restritivas pulmonares, foram realizadas as medidas de Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a razão VEF₁/CVF% ≤80% do previsto, além da VVM que foi utilizada como medida de EMR neste estudo. Os valores foram obtidos por um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo, marca Easy-One NDD® Medizintechnik Suíça, seguindo-se as recomendações da American Thoracic Society (ATS) ⁽³³⁾ e diretrizes para testes de função pulmonar ⁽³⁴⁾. Os valores obtidos foram expressos em litros e em porcentagem do predito, segundo valores de referência de Knudson, 1983⁽³⁵⁾.

Para as medidas de pressão inspiratória máxima sustentada (SMIP), foi utilizado o aparelho RT2® DeVilbiss Healthcare Ltd, conectado à um laptop ou computador de mesa. Para tal, as mulheres obesas inspiraram tão profundamente e plenamente quanto possível, por meio de um bocal apropriado, gerando a PImáxS. Seguindo-se o padrão proposto pelos fabricantes do equipamento, três a cinco esforços inspiratórios, com intervalo de 1 minuto cada, foram realizados para se obter os valores acurados de SMIP⁽³⁹⁾, computando-se sempre o maior valor obtido e este comparado ao valor predito pela formula de Bien et al., 2017⁽⁴³⁾: **SMIPB: (Altura x 46.14) – 68.40.**

O ISWT foi realizado numa pista com distância de 10 metros, demarcada por cones em cada extremidade, os quais eram contornados pelas pacientes, numa caminhada com ritmos crescentes, em até doze níveis. Neste teste, as mudanças de velocidade devem acontecer com base em mudanças de sinais sonoros ^(12; 13; 15), sendo que a cada minuto a velocidade da caminhada aumenta. O ISWT foi realizado e encerrado quando o indivíduo não conseguiu completar o trajeto de 10 metros entre os cones, entre dois sinais sonoros soados. Seguindo-se as orientações técnicas deste teste, a única intervenção verbal dada pelo avaliador, durante todo o teste, foi para lembrar o indivíduo de aumentar a velocidade da caminhada no início de cada novo minuto do teste. Todos os testes foram ministrados pelo mesmo avaliador e de acordo com a literatura, aplicado uma vez para cada paciente⁽⁵⁵⁾.

Antes, durante e no período de recuperação do teste, foram coletadas: a frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica de oxigênio (SpO₂), pelo oxímetro de pulso, marca Nonin Medical Inc[®], modelo Onyx 9500 e a dispneia e fadiga dos membros inferiores, pela escala de Borg de 0 a 10⁽⁴⁰⁾. No repouso e ao término do teste foram coletadas a pressão arterial sistêmica (PAS), utilizando-se um esfigmomanômetro para obeso, marca BIC[®] e a frequência respiratória (FR), utilizando-se um cronômetro.

Os valores obtidos da distância percorrida no ISWT foram comparados com os valores previstos pela equação **ISWT = 374.004 - (6,782 x idade) - (2,328 x peso) + (3,865 x altura)**⁽³¹⁾

Análise estatística

O cálculo amostral, de no mínimo 29 participantes, foi feito com base em um estudo transversal ⁽³¹⁾, utilizando-se um coeficiente de correlação para a distância percorrida no ISWT, obtendo respectivamente magnitude do efeito $r = 0,50$, com $\alpha = 0,05$ bicaudal e poder da amostra de 80%⁽⁴⁵⁾.

A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e análise gráfica, sendo que após verificada a normalidade dos dados, estes foram expressos em média e desvio padrão.

Foram utilizados o teste *t Student* pareado para comparação dos valores obtidos da SMIP e VVM com os previstos, para as correlações foi utilizado o teste de *Person*. O nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$.

Para a análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico IBM® SPSS® Statistics 22 (SPSS, Chicago, Illinois).

5.2.3 Resultados

Das 107 mulheres obesas triadas, 04 não puderam concluir os testes, sendo que a amostra final foi composta por 103 mulheres com obesidade, de acordo com o fluxograma da figura 1 e dados da tabela 1.

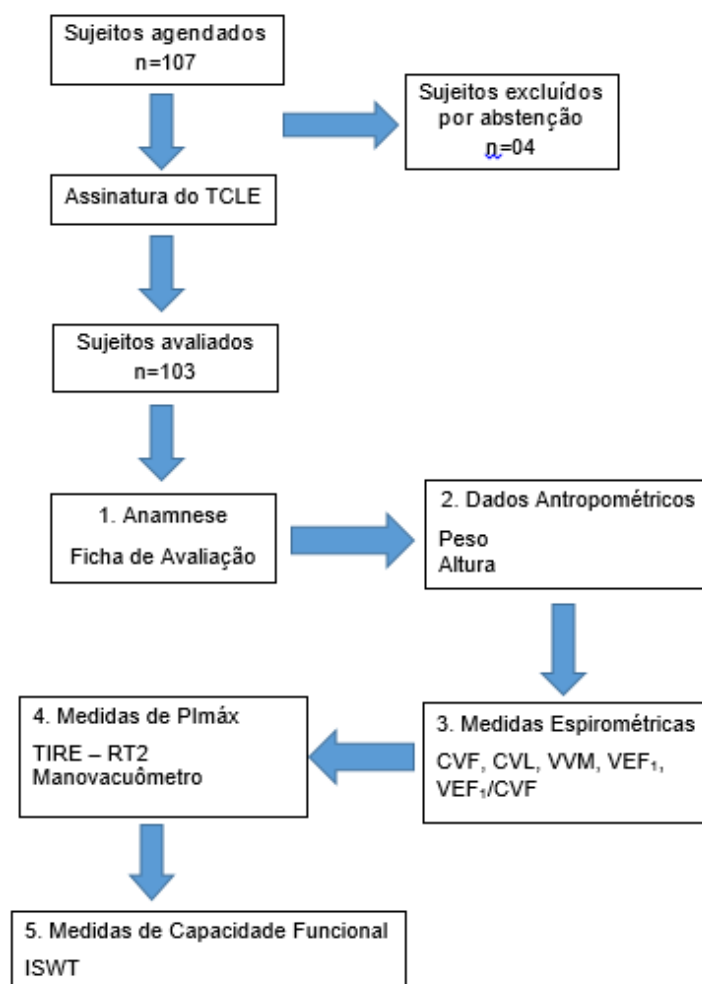


Figura 1: Fluxograma dos indivíduos desde a seleção até a avaliação por ordem de procedimentos. TIRE: Teste Incremental de Endurance, CVF: capacidade vital forçada; CVL: Capacidade Vital Lenta, VEF₁: Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação Volume expiratório forçado no primeiro segundo/ capacidade vital forçada; ISWT: Incremental Shuttle Walk Test, n: número de voluntárias.

Achados Clínicos

Na tabela 1 estão demonstradas as características antropométricas das mulheres obesas, além da idade e valores espirométricos, cujos resultados mostram a inexistência de alterações restritivas ou obstrutivas ao fluxo aéreo, podendo-se considerar as voluntárias sem alterações pulmonares e de vias aéreas. Houve ainda uma distribuição homogeneia entre os diferentes níveis de obesidade.

Tabela 1: Características antropométricas, idade e características espirométricas da amostra

	Feminino n 103
Idade (19 - 65 anos)	32±10,3
Altura (1,5 – 1,86m)	1,64±0,06
Peso (72 – 180 Kg)	104±19
IMC (30 – 60,1kg/m²)	38,2±5,6
IMC1 n 33 (30 – 34,9 kg/m²)	33±1,4
IMC2 n 38 (35 – 39,9 kg/m²)	37±1,4
IMC3 n 32 (≥ 40 kg/m²)	45±5,1
CVF (%P)	99,9±15
VEF₁ (%P)	97±16,2
VEF₁/CVF (%P)	83±5,1

IMC = índice de massa corporal (kg/m²), IMC1 = Grau 1 de índice de massa corporal, IMC2 = Grau 2 de índice de massa corporal, IMC3 = Grau 3 de índice de massa corporal, CVF% (%P) = Capacidade vital forçada em porcentagem do previsto, VEF₁% (%P) = volume expiratório forçado no primeiro segundo em porcentagem do previsto, VEF₁/CVF% (%P) = razão VEF₁/CVF% em porcentagem do previsto, valores representados em média e ± desvio padrão.

Como pode ser observado na tabela 1, a idade média foi de 32±10,3 anos (19 a 65 anos), o IMC médio foi de 38,2±5,6, distribuídos entre os graus 1, 2 e 3 de obesidade e, os resultados espirométricos indicaram inexistência de anormalidade restritiva de caixa torácica e fluxométricas de vias aéreas.

Capacidade Funcional em mulheres com obesidade

Por se tratar de um teste que leva em consideração níveis de desempenho sistêmico e periférico, o ISWT, representado pela DP, que é caracterizado como uma medida do desempenho físico ou de *endurance*, foi aplicado e a DP obtida nas mulheres obesas, separadas por níveis de obesidade, foi comparada com os valores preditos para indivíduos eutróficos, conforme apresentados na tabela 2, à seguir.

Tabela 2: Comparação da DP no ISWT com os respectivos valores preditos para indivíduos eutróficos.

	DP obtido	DP Predito	%	<i>p</i>
IMC (n=103)	334±80	554±72	60	0,001
IMC GI (n=33)	350±85	552±82	63	0,001
IMC GII (n=38)	350±64	577±56	60	0,001
IMC GIII (n=32)	295±79	525±72	56	0,001

IMC= índice de massa corporal (kg/m²); GI = IMC entre 30 a 34,9; GII = IMC entre 35 a 39,9; GIII = IMC > 40; DP= distância percorrida i, Valores representados em média e ± desvio padrão, % porcentagem do predito, p = resultado do teste *t* pareado com significância p<0,05*

De acordo com a tabela 2, a DP no ISWT foi significativamente menor que a predita para indivíduos eutróficos, em torno de 60% do predito. Quando separados por graus de obesidade detectou-se uma diminuição ainda mais acentuadamente no GIII, em média 56% do predito.

Com base nestes resultados, aplicou-se o teste de correlação de Person entre o IMC (média = $38,2 \pm 5,6$) e a DP no ISWT (334 ± 80 metros), obtendo-se o resultado de $r = -0,352$ e $p = 0,001$, como demonstra a figura 2 a seguir.

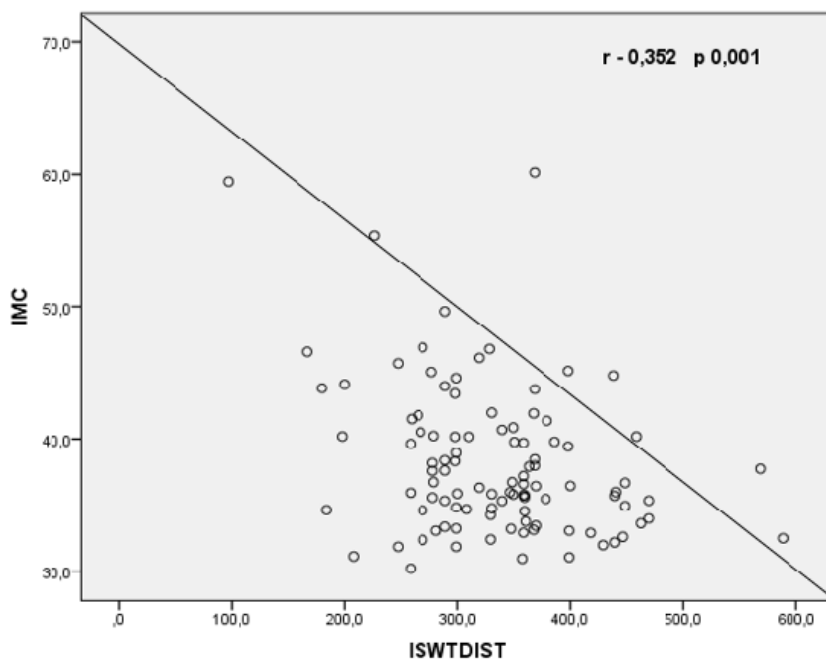


Figura 2 - Correlação entre os resultados de IMC índice de massa corporal com a DP no ISWT *Incremental Shuttle Walk Test* em mulheres obesas

Endurance Muscular Respiratória em mulheres com obesidade

A VVM, apesar de ser uma medida espirométrica, apresenta relação com a EMR, sendo uma medida clássica e padronizada dessa natureza. Assim sendo, a VVM obtida pelas voluntárias obesas foi comparada, inicialmente com os respectivos valores previstos para indivíduos eutróficos, da mesma maneira a SMIP obtida pelas voluntárias obesas foi comparada pelo valor predito pela formula SMIPB, demonstrados na tabela 3.

Tabela 3: Comparação dos valores de VVM e SMIP previstos com suas porcentagens de previsto.

VVM Predita	VVM	% previsto	p
112±9,5	101±21	90	0,001
SMIPEB	SMIP	% previsto	p
5,6±1,1	6±2,9	108	n/s

SMIP=pressão inspiratória máxima sustentada-resistência muscular respiratória, VVM= Ventilação voluntária máxima realizada em litros. r = correlação, p com significância para valores <0,05.

De acordo com os resultados da tabela 3, ainda que a VVM obtida tenha se diferenciado dos valores previstos, esta atingiu 90%, semelhantemente à SMIP, que atingiu em média 108% dos valores preditos, e não apresentou diferença significativa. Ao serem correlacionadas essas duas variáveis (VVM e SMIP), não foram encontradas correlação significativa.

Correlação entre Capacidade Funcional e Endurance Muscular Respiratória

Para se verificar a associação entre a EMR com a EMP, aplicou-se o teste de correlação de Person, primeiramente entre a SMIP e a DP no ISWT, e não foram encontradas significância e, em seguida entre a VVM (101±21) em litros por minuto, e a DP (333±79) em metros, constatou-se uma correlação positiva, fraca ($r = 0,203$ e $p = 0,04$), como mostra o gráfico da figura 3, à seguir.

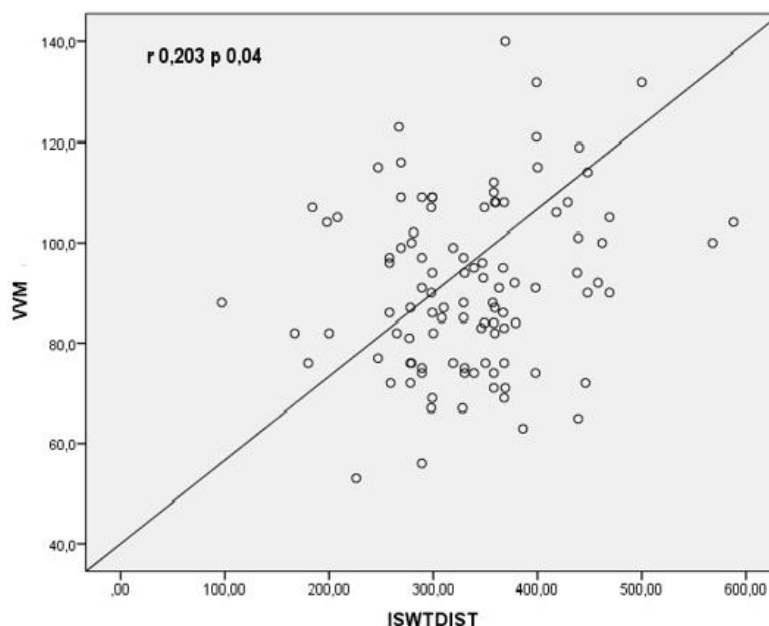


Figura 3 - Correlação entre os resultados da VVM ventilação voluntária máxima com a DP no ISWT *Incremental Shuttle Walk Test* em mulheres obesas

5.2.4 Discussão

De acordo com nossos resultados as mulheres com obesidade apresentaram significativa redução da capacidade funcional, avaliadas pela DP no *Incremental* ISWT, sendo que quanto maior o grau de obesidade, menor é a DP e, consequentemente menor é sua capacidade funcional. Diferentemente, não houve redução da EMR nestas mulheres e, dependendo do método de avaliação, há correlação positiva entre a EMR e a capacidade funcional das mesmas.

No que se refere à capacidade funcional, nossos resultados estão de acordo com a maioria dos achados obtidos em mulheres com obesidade, pois Soares et al., 2011⁽³⁾, Jürgensen et al., 2015⁽³¹⁾ e Campos et al., 2018⁽¹⁴⁾ também encontraram valores reduzidos da DP no ISWT, em mulheres obesas em fase pré-operatória de cirurgia bariátrica, na ordem de 75% do previsto. Nossas mulheres obesas alcançaram em média 60% da DP prevista, chegando à média de 56% em casos de obesidade grau 3. De forma semelhante, Peixoto-Souza et al., 2015⁽⁵⁵⁾ encontraram uma DP média de 325m no ISWT, em mulheres obesas também na fase pré-operatória de cirurgia bariátrica, muito próximo dos nossos resultados que foi em média 334±80m.

Esses resultados da capacidade funcional reduzida em mulheres obesas, podem estar relacionados com diversos fatores, desde o próprio peso corporal que causa sobrecarga para caminhar⁽⁵⁶⁾, até mesmo o sedentarismo, que normalmente a leva a uma diminuição na capacidade de realizarem exercício físico⁽⁵⁷⁾, geralmente levando à complicações em diversos sistemas corporais⁽¹⁶⁾.

Embora não tenhamos avaliado a mobilidade toracoabdominal, sabe-se que o sistema respiratório de indivíduos com obesidade pode apresentar uma complacência respiratória reduzida em até um terço em comparação à indivíduos eutróficos^(21,58), da mesma forma que em alguns estudos foram encontradas alteração dos volumes e capacidades pulmonares^(24,58).

Não encontramos alterações espirométricas em nossas pacientes, nem obstrutiva e nem restritiva, o que pode garantir que qualquer alteração encontrada, seja de capacidade funcional, seja da EMR, independem da saúde da mecânica respiratória das mesmas. Há que se considerar, contudo, que os achados da literatura sobre este aspecto, estão relacionados à alterações de compartimentos da capacidade vital, em especial uma redução do volume de reserva expiratória, possivelmente pela compressão abdomino-diafragmática, ocasionada pelo volume abdominal aumentado, levando à compressão torácica^(14;16;58).

No que se refere à EMR, não há um consenso na literatura. Além disso, há diversificação metodológica relacionadas à tipos de equipamentos e acurácia de medidas^(59;60).

Ao avaliamos as mulheres obesas pela VVM, constatamos que apesar de diferença estatística em relação à valores preditos, nossos resultados estiveram em média 90% do predito, praticamente não revelando alterações funcionais. O mesmo ocorreu quando ao avaliamos a SMIP com o equipamento RT2, chegando à média de 108% do previsto. Cabe destacar que devido à inexistência de valores preditos consensuais de EMR para indivíduos com obesidade, em ambos os casos as equações preditivas foram de indivíduos eutróficos.

Na correlação das medidas de EMR, (VVM e PImáxS) com a capacidade funcional, obtida pela DP no ISWT, detectamos correlação positiva e significativa somente entre a DP e a VVM.

Este resultado, envolvendo a VVM e a DP, podem estar relacionados ao fato de que o indivíduo obeso apresenta um grau maior de sedentarismo, pois quanto maior for o IMC, menor será sua capacidade funcional.

No que diz respeito à não observância de correlação entre a $Pl_{\text{máxS}}$ e a DP, possivelmente esteja relacionado ao mecanismos de funcionamento do RT2, caracterizado por um sistema aberto com carga resistiva de fluxo inspiratório, com dados fornecidos em joules^(23,26,27), enquanto que a VVM é fornecida em litros/minuto. Contudo, não há uma explicação conclusiva sobre este resultado.

Podemos considerar como limitação desse estudo, tanto a inexistência de homens com obesidade, o que poderia talvez revelar achados diferentes, devido à própria condição de condicionamento físico, que normalmente é melhor que nas mulheres, que por sua vez é mais sedentária. Além disso, caso houvesse o controle da bioimpedância, as informações de percentual de massa gorda, massa magra e água, pudessem trazer importantes informações relacionadas à capacidade funcional e à EMR nessas mulheres com obesidade.

5.2.5 Conclusão

Nossos resultados possibilitam concluir que diferentemente de indivíduos eutróficos, as mulheres com obesidade apresentam uma capacidade funcional reduzida, mas uma endurance muscular respiratória que, embora se correlacione com a capacidade funcional, à depender do grau de obesidade, não se encontra reduzida. As metodologias e equipamentos de avaliação, especialmente da EMR, necessitam de consenso e de novos estudos.

6. Limitações do estudo

Além desse estudo ficar limitado apenas às mulheres, pois os sujeitos do sexo masculino foram em menor número, não atendendo aos requisitos estatísticos, não pudemos relacionar os resultados da bioimpedância, levando-se em consideração os respectivos percentuais de massa gorda, massa magra e água, pois é possível que esses elementos, em conjunto com a composição corporal, tonificassem a influência das variáveis dos estudos em indivíduos com obesidade.

7. Considerações finais

As modificações antropométricas apresentadas pelas mulheres obesas ocasionam alterações em diversos sistemas, principalmente o respiratório, levando à importantes desajustes da biomecânica da caixa torácica, demonstrado em nosso estudo 1, no qual se constatou que mulheres obesas apresentam menor força muscular inspiratória quando comparados seus valores obtidos com os previstos pelas equações preditivas para indivíduos eutróficos e que o grau de obesidade interferiu na força muscular inspiratória.

No estudo 2 nossos resultados nos levaram a observar, que as mulheres com obesidade apresentam uma capacidade funcional reduzida, e esta correlacionada com a EMR. As metodologias e equipamentos de avaliação, especialmente da EMR, necessitam de consenso e de novos estudos, e da mesma forma precisam ser realizados mais estudos sobre a FMR, EMR e EMP principalmente na população obesa de ambos os sexos, pois estes apresentam características antropométricas específicas.

Este estudo, embora bastante trabalhoso e com algumas limitações, além de motivante, revelou importantes conhecimentos, não apenas no âmbito da metodologia científica, mas também sobre alguns importantes aspectos da saúde dessa população de mulheres com obesidade, possibilitando auxiliar no embasamento de intervenções preventivas para a saúde das mesmas.

É de se esperar que os resultados obtidos neste estudo e aqui nessa tese apresentados, possam acrescentar e, de alguma forma, contribuir para os conhecimentos sobre este tema e, de alguma forma contribuir para possíveis ações futuras da fisioterapia, em especial da fisioterapia cardiorrespiratória.

8. Referências Bibliográficas

1. Gregg EW, Cheng YJ, Cadw EI BL, Imperatore G, Willians DE, Flegal KM. Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in us adults. JAMA. 2005;293(15):1868-74.
2. Schuster DP. Obesity and the development of type 2 diabetes: the effects of fatty tissue inflammation. Diabetes Metab Syndr Obes, 2010;16(3):253-62.
3. Soares KKD, Gomes ELFD, Beane Junior A, Oliveira LVF, Sampaio LMM, Costa D. Avaliação do desempenho físico e funcional respiratório em obesos. Fisioter. Mov. Curitiba. 2011;24(4):697-704
4. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. [Acesso em 10 novembro de 2017] disponível em: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
5. Requist K. Obesity classification. Obes. Surg. 1997;7(6):523
6. Marcelino LF, Patricio ZM. The complexity of obesity and life after bariatric surgery: a public health issue. Cien Saude Colet. 2011;16(1):4767–4776.
7. Arbex AK, Rocha DR, Aizenberg M, Ciruzzi MS. Obesity epidemic in Brazil and Argentina: a public health concern. J Health Popul Nutr. 2014;32(2):327-34.
8. Ministério da Saúde. Em dez anos, obesidade cresce 60% no Brasil e colabora para maior prevalência de hipertensão e diabetes [acesso em agosto 2018]. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/28108-em-dez-anos-obesidade-cresce-60-no-brasil-e-colabora-para-maior-prevalencia-de-hipertensao-e-diabetes>
9. Ministério da Saúde. Portal VIGITEL. Hábitos dos brasileiros impactam no crescimento da obesidade e aumenta prevalência de diabetes e hipertensão [acesso setembro 2018] disponível em http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/abril/17/Vigitel_17-4-17-final.pdf
10. Mokdad AH, Marks JS, Stroup DF, Gerberding JL. Actual causes of death in the United States, JAMA. 2004; 291:1238-45.
11. Mraz M, Haluzik M. The role of adipose tissue immune cells in obesity and low-grade inflammation. Journal of Endocrinology. 2014;222(3):113-127.
12. Abdalla OAE, Ibrahim R, Musa AO. Respiratory muscle power and lung function in health obese sudanese medical students. J of Lung, Pulm Res, 2018;5(4):126-128

13. Behazin N, Jones SB, Cohen RI, Loring SH. Respiratory restriction and elevated pleural and esophageal pressures in morbid obesity. *J Appl Physiol*. 2010;108(1):212-8.
14. Campos EC, Peixoto-Souza FS, Alves VC, Basso-Vanelli R, Barbalho-Moulim M, Laurino-Neto, RM, Costa D. Improvement in lung function and functional capacity in morbidly obese women subjected to bariatric surgery. *Clinics* 2018;73:e20
15. Peixoto-Souza FS, Picone-Mendes C, Baltieri L, Resera-Junior I, Barbalho-Moulin MC, Lima Montebelo MI, et al. Lung age in women with morbid obesity. *Ver Assoc Med Bras*. 2013;59(3):265-9.
16. Powers MA. The obesity ventilation syndrome. *Respir Care*. 2008;53(12):1723-30
17. Costa D, Forti EMP, Barbalho-Moulim MC, Resera J. Estudos dos volumes pulmonares e da mobilidade toracoabdominal de portadoras de obesidade mórbida, submetidas à cirurgia bariátrica, tratadas com duas diferentes técnicas de fisioterapia. *Ver Bras de Fisioterapia*. 2009;13(4):294-300.
18. Ochs-Balcom HM, Grant BJB, Muti P, Sempos CT, Freudenheim JL, Trevisan M, et al. Pulmonary function and abdominal adiposity in the general population. *Chest* 2006;129(4):853-862.
19. Teixeira CA, Dos Santos JE, de 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.
20. Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *São Paulo Med J* 2007;125(4):215-219.
21. Cieslak F, Milano GE, Lopes WA, Randominsk RB, Rosário NA Filho, Leite N. O efeito da obesidade sobre parâmetros espirométricos em adolescentes submetidos a broncoprovocação por exercício físico. *Acta Scien, Health Scie*. 2010;32(1):43-50.
22. Aguiar I, Reis IS, Apostolico N, Pinto LA, Freitas Jr WR, Malheiros CA, et al. Capacidade pulmonar e força ventilatória em obesos mórbidos. *Ter Man*. 2012;10(47):71-74.
23. Castello V, Simões RP, Bassi D, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. *Obes Surg*. 2011;21(11):1739-49.

24. Di Thomazzo-Luporini L, Jürgensen SP, Castello-Simões V, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Metabolic and clinical comparative analysis of treadmill six-minute walking test and cardiopulmonary exercise testing in obese and eutrophic women. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(6):469-78.
25. Ohtake PJ. The Impact of Obesity on Walking: Implications for Fitness Assessment and Exercise Prescription. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2008; 19(2):44–53.
26. Gallagher MJ, Franklin BA, Ehrman JK, et al. Comparative impact of morbid obesity vs heart failure on cardiorespiratory fitness. *Chest.* 2005;127(6):2197-203.
27. Browning RC, Kram R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. *Obes Res.* 2005;13(5):891-9.
28. Singh SJ. Chapter: Walking for the assessment of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir.* 2007;40(1):148-64.
29. Dourado VZ, Guerra RLF, Tanni SE, Antunis LCO, Godoy I. Valores de referência para o teste de caminhada com carga progressiva em indivíduos saudáveis: da distância percorrida às respostas fisiológicas. *J Bras Pneumol.* 2013;39(2):190-197.
30. Onorati P, Antonucci R, Valli G, Berton E, De Marco F, Serra P, Palange P. Non-invasive evaluation of gas exchange during a shuttle walking test vs. a 6-min walking test to assess exercise tolerance in COPD patients. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(3-4):331.
31. Jürgensen SP, Trimer R, Dourado VZ, Thommazo-Luporini L, Bonjorno-Junior JC, Oliveira CR, et al. Shuttle walking test in obese women: test-retest reliability and concurrent validity with peak oxygen uptake. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015;35:120–126
32. Capodaglio P, De Souza SA, Parisio C, Precilios H, Vismara L, Cimolin V, Brunani A. Reference values for the six-minute walk test in obese subjects. *Disabil Rehabil.* 2013;35(14):1199–203.
33. ATS\ERS. Task Force: Standardisation of lung function testing. Standardisation of Spirometry. *Eur Respir J.* 2005; 26:319-38.
34. Pereira CAC, Sato TRSC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J. Bras. Pneumol.* 2007;33(4):397-406.
35. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Resp Dis.* 1983; 127:725-34.

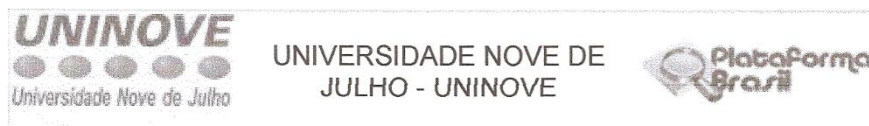
36. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.*1969;99(5):696-702.
37. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.*1999;32(6):719-27.
38. De Souza SA, Faintuch J, Santt'Anna AF. Effect of weight loss on aerobic capacity in patients with severe obesity before and after bariatric surgery. *Obes Surg.*2010;20(7):871-5.
39. Cahalin LP, Arena R. Novel Methods of Inspiratory Muscle Training via the Test of Incremental Respiratory Endurance (TIRE). *Exerc Sport Sci Rev.* 2015 43(2):84-92.
40. 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.
41. 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(5 Pt 1):1459-64.
42. Sgariboldi D, Pazzianotto-Forti EM. Predictive Equations for Maximum Respiratory Pressures of Women According to Body Mass. *Respir Care* 2016;61(4):467-74
43. Bien U, Sampaio LMM. Determinação dos valores de referência para a população do Estado de São Paulo no Teste Incremental Respiratório de Endurance. Programa de Pós Graduação da Universidade Nove de Julho; 2017. Tese de Doutorado em Ciências da Reabilitação.
44. Formiga M, Roach K, Vital I, et al. Reliability and validity of the test of incremental respiratory endurance measures of inspiratory muscle performance in COPD. *International Journal of COPD* 2018;13:1569–1576.
45. Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB. Delineando a pesquisa clínica. 4ª edição. Porto Alegre : Artmed, 2015, 84.
46. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-81.
47. Matsudo S; Araújo T; Matsudo V; Andrade D; Andrade E; Oliveira LC; et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativid Fis e Saúde.*2001;6(2):5–12.
48. Sant Anna Junior M, Oliveira JEP, Carneiro JRI, Guimarães FS, Torres DFM, Moreno AM, et al. Força muscular respiratória em mulheres obesas mórbidas e eutroficas. *Fisioter Pesq* 2011;18(2):122-6

49. Sood A. Altered Resting and Exercise Respiratory Physiology in Obesity. *Clin Chest Med.*2009;30:445-454.
50. Pazzianotto-Forti EM, Peixoto-Souza FS, Piconi-Mendes C, Rasera-Junior I, Barbalho-Moulim MC. Comportamento da força muscular respiratória de obesas mórbidas por diferentes equações preditivas. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(6):479-86.
51. Basso_Vanelli RP, Di Lorenzo VAP, Ramalho M, Labadessa IG, Regueiro EMG, Jamami M et al. Reproducibility of inspiratory muscle endurance testing using PowerBreath for COPD patients. *Physioter Res Int* 2017; e1687.
52. Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, MacDonald 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.
53. Montemezzo D, Velloso M, Britto, Parreira VF. Maximal respiratory pressures: devices and procedures used by Brazilian physical therapists. *Fisioter Pesq.* 2010;17(2):147-52
54. Chaunchaiyakul R, Groeller H, Clarke JR, Taylor NA. The impact of aging and habitual physical activity on static respiratory work at rest and during exercise. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2004;287(6):L1098-106.
55. Peixoto-Souza FS; Sampaio LMM; De Campos EC; Camgussu BMM; Nascimento PA; Laurino neto RM, et al. . Reproducibility of the incremental shuttle walk test for women with morbid obesity. *Physiotherapy Theory and Practice.* 2015;31:1-5.
56. Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E Exercise capacity in lean versus obese women. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2001,11: 305–309.
57. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls E. Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.* 2003 13: 98–105.
58. Costa D, Forti EMP, Barbalho-Moulim MC, Resera J. Estudos dos volumes pulmonares e da mobilidade toracoabdominal de portadoras de obesidade mórbida, submetidas à cirurgia bariátrica, tratadas com duas diferentes técnicas de fisioterapia. *Ver Bras de Fisioterapia.* 2009;13(4):294-300.
59. Lima SC, Ribeiro SNS, Olibeira NF, Miranda CM, Britto RR, Montemezzo D. Identificação de equipamento e procedimentos utilizados por fisioterapeutas brasileiros para testes de *endurance* muscular respiratória. *Fisioter.Pesqui.* 2018;25(3):269-277.

60. Almeida LB, Seixas MB, Trevizan PF, Laterza MC, Silva LP, Martinez DG. Efeitos do treinamento muscular inspiratório no controle autonômico: Revisão sistemática. 2018;25(3):345-351.

9. Anexos

Anexo 1 – Parecer consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo da capacidade funcional, função pulmonar, força e endurance muscular respiratória e composição corporal em pacientes obesos.

Pesquisador: Viviane Cristina Alves

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 83122918.8.0000.5511

Instituição Proponente: ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.560.684

Apresentação do Projeto:

O presente projeto aborda um problema de saúde pública: obesidade. O estudo consiste em avaliar o desequilíbrio entre consumo alimentar e gasto energético, sempre que o consumo for maior ao gasto e/ou havendo predisposição genética, ocorre depósito na forma de gordura e o seu excesso caracteriza a obesidade.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar os efeitos da obesidade sobre a capacidade funcional, função pulmonar, composição corporal e qualidade de vida destes indivíduos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Existe um risco mínimo para os participantes imediatamente após os testes, que podem incluir leve sensação de tontura, como cansaço, falta de ar, dor no peito, sendo mínima as chances de ocorrerem complicações de difícil controle clínico, pode ocorrer também algum tipo de constrangimento ao responder o questionário de atividade física

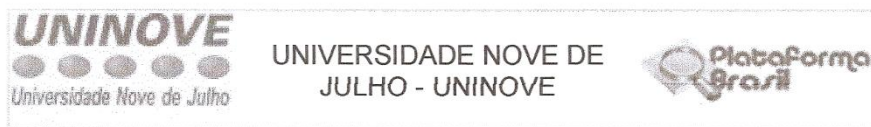
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto em questão está bem estruturado e contempla os itens esperados para um projeto de pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE foi ajustado conforme sugerido no parecer anterior.

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249
Bairro: LIBERDADE
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3385-9197
CEP: 01.504-001
E-mail: comitedeetica@uninove.br



Continuação do Parecer: 2.560.684

Recomendações:

Apesar de ser pouco provável que ocorram complicações de difícil controle clínico incluir no TCLE que o paciente será socorrido caso ocorra alguma complicação inesperada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há inadequações. Os pesquisadores apenas devem observar os itens apontados em recomendações.

Considerações Finais a critério do CEP:

Para início da coleta dos dados, o pesquisador deverá se apresentar na mesma instância que autorizou a realização do estudo (Coordenadoria, Supervisão, SMS/Gab, etc).

O participante da pesquisa (ou seu representante) e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo, conforme Carta Circular no 003/2011 da CONEP/CNS.

Salientamos que o pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Lembramos que esta modificação necessitará de aprovação ética do CEP antes de ser implementada.

Ao pesquisador cabe manter em arquivo, sob sua guarda, por 5 anos, os dados da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP (Res. CNS 466/12 item X1. 2. f).

De acordo com a Res. CNS 466/12, X.3.b), o pesquisador deve apresentar a este CEP/SMS os relatórios semestrais. O relatório final deverá ser enviado através da Plataforma Brasil, ícone Notificação. Uma cópia digital (CD/DVD) do projeto finalizado deverá ser enviada à instância que autorizou a realização do estudo, via correio ou entregue pessoalmente, logo que o mesmo estiver concluído.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249	CEP: 01.504-001
Bairro: LIBERDADE	
UF: SP	Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3385-9197	E-mail: comitedeetica@uninove.br



UNIVERSIDADE NOVE DE
JULHO - UNINOVE



Continuação do Parecer: 2.560.684

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1073016.pdf	09/03/2018 22:41:46		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TECLE_TIRE.pdf	09/03/2018 22:41:23	Viviane Cristina Alves	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_TIRE_PLATAFORMA_BRASIL.pdf	09/03/2018 22:40:14	Viviane Cristina Alves	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_T.pdf	09/02/2018 12:54:14	Viviane Cristina Alves	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 23 de Março de 2018

Assinado por:

Anna Carolina Ratto Tempestini Horliana
(Coordenador)

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249

Bairro: LIBERDADE

UF: SP

Município: SAO PAULO

CEP: 01.504-001

Telefone: (11)3385-9197

E-mail: comitedeetica@uninove.br