



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA  
MESTRADO EM FISIOTERAPIA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE A FUNÇÃO  
PULMONAR EM IDOSAS**

**HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA**

HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE A FUNÇÃO  
PULMONAR EM IDOSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

**Linha de Pesquisa:** Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica

**Orientadora:** Armèle Dornelas de Andrade

**Co-orientadora:** Shirley Lima Campos

Recife, 2013

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Gláucia Cândida da Silva, CRB4-1662

S729e Souza, Helga Cecília Muniz de.  
Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a função pulmonar em idosas / Helga Cecília Muniz de Souza. – Recife: O autor, 2013.  
115 folhas : il. ; 30 cm.

Orientador: Arméle Dornelas de Andrade.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, 2013.  
Inclui bibliografia, anexos e apêndices.

1. Exercícios Respiratórios. 2. Envelhecimento. 3. Ultrassom. 4. Pletismografia. I. Andrade, Arméle Dornelas de (Orientador). II. Título.

615.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2013-070)

**“EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE A FUNÇÃO PULMONAR E QUALIDADE DE VIDA EM IDOSAS”**

**HELGA CECÍLIA MUNIZ DE SOUZA**

**APROVADA EM: 26/02/2013**

**ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ARMÉLE DORNELAS DE ANDRADE**

**COORDINADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. SHIRLEY LIMA CAMPOS**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> DANIELLA CUNHA BRANDÃO – FISIOTERAPIA/UFPE**

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> VANESSA REGIANE RESQUETI – DRC/FACEPE/UFPE**

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> PATRÍCIA ÉRIKA DE MELO MARINHO – FISIOTERAPIA/UFPE**

**Visto e permita a impressão**

---

**Coordenador do PPGFISIOTERAPIA / DEFISIO / UFPE**

*“Eu creio em mim mesmo. Creio nos que trabalham comigo, creio nos meus amigos e creio na minha família. Creio que Deus me emprestará tudo que necessito para triunfar, contanto que eu me esforce para alcançar com meios lícitos e honestos. Creio nas orações e nunca fecharei meus olhos para dormir, sem pedir antes a devida orientação a fim de ser paciente com os outros e tolerante com os que não acreditam no que eu acredito. Creio que o triunfo é resultado de esforço inteligente, que não depende da sorte, da magia, de amigos, companheiros duvidosos ou de meu chefe. Creio que tirarei da vida exatamente o que nela colocar. Serei cauteloso quando tratar os outros, como quero que eles sejam comigo. Não caluniarei aqueles que não gosto. Não diminuirei meu trabalho por ver que os outros o fazem. Prestarei o melhor serviço de que sou capaz, porque jurei a mim mesmo triunfar na vida, e sei que o triunfo é sempre resultado do esforço consciente e eficaz. Finalmente, perdoo os que me ofendem, porque compreendo que às vezes ofendo os outros e necessito de perdão.”*

Mahatma Gandhi

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, que guia meus passos nessa estrada da vida sempre me dando forças nos momentos difíceis e ensinamentos com o decorrer do tempo;*

*À minha mãe, minha amiga, minha companheira, sempre ao meu lado, sempre torcendo, sempre apoiando, sempre proporcionando, sempre;*

*Ao meu pai, um guerreiro nessa selva de pedra, que nos seus telefonemas diários mostra que está ali, do lado, presente;*

*Ao meu irmão Ninho que apesar de ser mais jovem é quem cuida de mim, faz meu café, lava meu carro e supre minhas limitações domésticas como filha;*

*A minha pequenina Giovanna que até um dia desses também queria ser “pisoterapeuta” como a irmã até que a veterinária surgiu de enxada;*

*Ao meu noivo Antônio Marcos pelo seu apoio nos momentos de angústia e pelo companheirismo durante a nossa jornada;*

*À família do laboratório, em especial, Taciano Rocha, Catarina Rates, Máira Florentino e Rhayssa Ribeiro. Obrigada pelo acolhimento, pelos cafés científicos no final da tarde, pelos sorvetes quando a tristeza batia, pela amizade que construímos;*

*Aos amigos reconhecidos neste Programa de Pós-Graduação, pela oportunidade de conhecê-los e pelos inúmeros momentos bons (e de desespero) vividos juntos;*

*À Niége e Carol, sempre me socorrendo na última hora;*

*Aos professores do programa, pelo conhecimento doado, em especial a Andrea Lemos com quem muito aprendi dentro e fora da sala de aula;*

*Às minhas idosas, que me proporcionaram o prazer do cuidar, do ouvir, do aprender de uma maneira tão doce e gratificante...*

*Em especial à Armêle, pela oportunidade de conhecê-la, de me encantar com seus ideais. Obrigada pelo acolhimento e pelo tanto que aprendi! Sou sua fã!*

## RESUMO

O treinamento dos músculos inspiratórios (TMI) é utilizado em várias populações gerando efeitos sobre a força muscular respiratória, capacidade de exercício, dispnéia e na qualidade de vida. Com o envelhecimento os sistemas respiratório e muscular sofrem alterações e sua função máxima declina, o TMI surge como uma alternativa útil para atenuar ou reverter as alterações advindas com a idade. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) na força respiratória, distribuição da ventilação pulmonar, espessura e mobilidade diafragmática em idosas comunitárias. Foi realizado um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo-cego, composto por 22 idosas distribuídas em dois grupos: Treinamento (GT) e Controle (GC). Durante 8 semanas foi realizado um protocolo de de TMI com moderada intensidade no GT e sem carga no GC. Foi avaliada a pressão inspiratória máxima (P<sub>imax</sub>) e a pressão expiratória máxima (P<sub>emax</sub>), bem como o padrão ventilatório e os percentuais de contribuição regional do volume da caixa torácica através da Pletismografia Optoeletrônica (POE) durante o repouso, TMI e mensuração da P<sub>imax</sub> além da avaliação da mobilidade e espessura diafragmática em repouso (E<sub>CRF</sub>), contraído (E<sub>CPT</sub>) e taxa de espessamento (TE). Os resultados mostraram aumentos significativos na P<sub>imax</sub>, P<sub>emax</sub>, E<sub>CPT</sub> e mobilidade diafragmática no GT em relação ao GC sem diferir nas características de base, sendo observado uma alteração no padrão ventilatório de ambos os grupos durante o repouso e TMI através da POE. Concluímos que o TMI de moderada intensidade gera aumento na força respiratória, espessura e mobilidade diafragmática e, que a população senil tem um padrão específico de distribuição do volume pulmonar.

**Palavras-chaves:** exercícios respiratórios, envelhecimento, ultrassom e pletismografia optoeletrônica.

## ABSTRACT

The inspiratory muscle training (IMT) is used in various populations generating effects on respiratory muscle strength, exercise capacity, dyspnea and quality of life. With aging the respiratory and muscular systems are altered and its maximal function declines, the IMT emerges as a useful alternative to minimize or reverse the changes that come with old age. The aim of this study was to evaluate the effects of inspiratory muscle training (IMT) on respiratory strength, thickness and diaphragmatic excursion and observe the ventilatory pattern and regional distribution of ventilation in elderly community. A randomized and double-blind clinical trial was conducted with 22 participants divided in two groups: Training (TG) and Control (CG). The incremental IMT was performed in the TG using a pressure threshold device during 8 weeks and the CG underwent sham training using similar devices. The outcomes measures were: maximal inspiratory pressure (MIP), maximal expiratory pressure (MEP), diaphragmatic mobility and thickness at rest ( $E_{FRC}$ ), contracted ( $E_{TLC}$ ) beyond the thickening ratio (TR). The ventilatory pattern and thoracoabdominal kinetics were evaluated in situations of quiet breathing (QB), inspiratory loaded breathing (ILB) and during maximum respiratory effort (MRE) in older women using the optoelectronic plethysmography (OEP). The TG showed significant increases in MIP, MEP,  $E_{TLC}$  and diaphragmatic mobility compared to CG. We observed a change in breathing pattern in both groups during rest and IMT through the OEP. We conclude that the IMT of moderate intensity leads to an increase in respiratory strength, thickness and diaphragmatic mobility and senile population that has a specific pattern of distribution of lung volume.

**Keywords:** breathing exercises, aged, ultrasonography and plethysmography

## SUMÁRIO

<b>1.Introdução</b> .....	9
1.1.Revisão de literatura.....	10
1.1.1.Efeitos do envelhecimento sobre o sistema respiratório.....	10
1.1.2.Efeitos do envelhecimento sobre os músculos respiratórios.....	12
1.1.3.Consequências da perda de força muscular respiratória no idoso.....	12
1.1.4.Treinamento muscular inspiratório.....	13
1.2.Hipóteses.....	15
1.3.Objetivos.....	15
1.3.1.Objetivo Geral.....	15
1.3.2.Objetivos Específicos (Artigo 1, Artigo 2 e Artigo 3).....	15
<b>2.Materiais e Métodos</b> .....	16
2.1.Desenho do estudo.....	16
2.1.1.Local e período do estudo.....	16
2.1.2.População e amostra.....	16
2.1.3.Critérios de elegibilidade.....	16
2.1.4.Seleção de voluntários.....	17
2.1.5.Tamanho da amostra.....	17
2.1.6.Método de randomização.....	17
2.2.Avaliação.....	19
2.2.1. Medidas de desfechos.....	19
2.2.2. Protocolo de medidas.....	19
2.2.2.1.Nível cognitivo.....	19
2.2.2.2.Nível de atividade física.....	20
2.2.2.3.Medidas antropométricas.....	20
2.2.2.4.Provas de função pulmonar.....	20
2.2.2.5.Força muscular respiratória.....	21
2.2.2.6.Espessura diafragmática.....	22
2.2.2.7.Mobilidade diafragmática.....	24
2.2.2.8.Pletismografia optoeletrônica (POE).....	25
2.3.Protocolo experimental.....	27

2.4.Aspectos éticos.....	29
2.5.Análise dos dados.....	29
<b>3.Resultados</b> .....	<b>30</b>
ARTIGO 1 – Revisão Sistemática.....	31
ARTIGO 2 – Artigo Original.....	52
ARTIGO 3 – Artigo Original 2.....	72
<b>4.Considerações Finais</b> .....	<b>95</b>
<b>Referências</b> .....	<b>96</b>
ANEXOS.....	102
ANEXO 1 - Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	103
ANEXO 2 – Mini-exame do estado mental (MEEM).....	104
ANEXO 3 – Versão brasileira do Perfil de Atividade Humana (PAH).....	106
APÊNDICES.....	108
APÊNDICE 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	109
APÊNDICE 2 – Ficha de avaliação.....	111
APÊNDICE 3 – Protocolo de treino.....	112
APÊNDICE 4 – Diário semanal.....	113

## 1. Introdução

Atualmente, o envelhecimento é uma realidade populacional mesmo nos países mais pobres. A melhora substancial dos parâmetros de saúde das populações observada no século XX levou a um aumento na expectativa de vida nos diferentes países e contextos socioeconômicos, envelhecer não é mais privilégio de poucos (VERAS, 2009).

Desde a década de 1950, a idade média da população dos Estados Unidos aumentou em 20 anos. Estima-se que em 2030 o número de pessoas acima de 65 anos aumentará de 35 milhões em 2000 para 71 milhões, com o maior aumento na parcela de indivíduos octagenários (United States Census, 2005). Segundo dados do IBGE, nesse mesmo ano o Brasil será o sexto país do mundo com o maior número absoluto de idosos (IBGE, 2010).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), para países desenvolvidos, indivíduos com idade acima de 65 anos são considerados idosos. Para os países em desenvolvimento como o Brasil é denominado idoso o indivíduo a partir dos 60 anos (OMS, 2010). Embora o envelhecimento não ocorra necessariamente paralelo à idade cronológica, algumas alterações impostas pelo avançar da idade se estabelecem com certa frequência tornando necessário discriminar os achados do envelhecimento biológico (senescência) dos sinais patológicos (senilidade) (RUIVO et al., 2009).

No processo de envelhecimento, a perda de massa muscular associada à redução de força máxima é um achado comum (GOODPASTER et al., 2008) estando fortemente associada ao declínio físico e funcional (CARMELI et al., 2012). No sistema respiratório, os efeitos do envelhecimento são similares aos que ocorrem em outros sistemas: sua função máxima gradualmente declina (COPLEY et al., 2009).

O impacto do declínio fisiológico e/ou incapacidade na qualidade de vida dos idosos deve ser priorizado pelos projetos de saúde com estratégias que propiciem um envelhecimento mais ativo e saudável. Nesse contexto, o treinamento muscular inspiratório (TMI) é uma alternativa suplementar ao treino dos músculos periféricos minimizando os efeitos da senescência sobre o sistema muscular e respiratório.

## **1.1.Revisão de literatura**

### **1.1.1. Efeitos do envelhecimento sobre o sistema respiratório**

O sistema respiratório sofre modificações anatômicas e funcionais inerentes ao processo normal de envelhecimento. As mudanças fisiológicas na função pulmonar do idoso incluem perda de complacência de caixa torácica, diminuição na força de recolhimento elástico do parênquima pulmonar, diminuição da responsividade à hipoxemia e hipercapnia e decréscimo na força muscular respiratória (OYARZÚN, 2009).

A complacência da caixa torácica diminui progressivamente com a idade. Esses achados estão relacionados com o aumento da ligação cruzada das fibras colágenas de músculos e articulações costais (ROSSI et al., 2008) com consequente calcificação da cartilagem costal, junção costo-vertebral e diminuição dos espaços intercostais (CHAN; WELSH, 1998). Alterações no formato do tórax também podem ocorrer devido à osteoporose relacionada à idade, que associada à desidratação dos discos intervertebrais gera um aumento na cifose dorsal e no diâmetro ântero-posterior da caixa torácica modificando a zona de aposição diafragmática com efeito deletério na produção de força (JANSSENS et al., 1999).

Associada à perda da complacência torácica a pressão de retração elástica do pulmão diminui com o envelhecimento. A perda do recolhimento elástico pulmonar é consequência de alterações no tecido conjuntivo. Alguns estudos não encontraram correlação entre a quantidade de colágeno no tecido da parede alveolar com o aumento da idade do paciente sugerindo que o conteúdo pulmonar total de colágeno e elastina não se alterava com a idade, mas tornavam-se mais estáveis devido ao aumento do número de ligações cruzadas intermoleculares (LANG et al., 1994). Já outros estudos em ratos sugerem que com o envelhecimento a retração elástica é diminuída pelo aumento da deposição de colágeno e fibrose progressiva nos pulmões (MAYS et al., 1988; CALABRESI et al., 2007). Um estudo (COPLEY et al., 2009) ao avaliar a morfologia do pulmão senil através de tomografia computadorizada observou que idosos assintomáticos apresentam um padrão reticular basal subpleural e cistos, com a presença de dilatação e espessamento brônquico, independentes de hábitos tabagistas.

Esses achados demonstram que ocorre um aumento no tamanho do espaço aéreo pulmonar associado com a idade, no entanto o termo “enfisema senil” deve ser usado com prudência, visto que enfisema é definido como aumento anormal dos espaços aéreos distais até os bronquíolos terminais com destruição das paredes alveolares (National Heart, Lung, and Blood Institute, 1985). Como não existem evidências de destruição parenquimatosa no idoso, o termo "pulmão senescente" ou “pulmão senil” pode ser um melhor descritor (FUKUCHI, 2009), ainda que a diminuição da retração elástica gere fechamento prematuro das vias aéreas durante a respiração normal com potencial efeito de aprisionamento aéreo. (SHARMA; GOODWIN, 2006). Essa hiperinsuflação permanente torna o esvaziamento pulmonar incompleto elevando a capacidade residual funcional (CRF), (LEE et al., 2010) com declínio da capacidade vital (CV) (JIANG et al., 2008).

A perda de recolhimento elástico e aumento do volume de fechamento somado à redução da densidade capilar (BUTLER; KLEINERMAN, 1970) e declínio do volume sanguíneo dos capilares pulmonares (GUÉNARD; MARTHAN, 1996) aumentam o desequilíbrio na taxa de ventilação/perfusão (V/Q) durante o envelhecimento. Um alto V/Q está associado ao aumento do espaço morto (diminuição da perfusão pulmonar) enquanto que baixo V/Q (zonas de shunt) é gerado pela não ventilação de áreas bem perfundidas ocasionadas pelo aprisionamento aéreo aumentado explicado anteriormente (WAGNER et al., 1974). Esse desequilíbrio V/Q leva a diminuição da pressão de oxigênio no sangue arterial ( $PaO_2$ ) e conseqüente aumento da diferença de pressão alvéolo-arterial de oxigênio ( $D(A-a)O_2$ ) com a idade (CARDÚS et al., 1997).

Além da queda da  $PaO_2$  ocorre uma atenuação nas respostas à hipóxia, hipercapnia e percepção da broncoconstricção (PETERSON et al., 1981) sugerindo que com o envelhecimento existe um declínio na capacidade de integrar as informações recebidas (quimiorreceptores e mecanorreceptores) com a geração de resposta neural apropriada ocasionando perdas importantes nos mecanismos de proteção (JANSSENS et al., 1999).

### **1.1.2. Efeitos do envelhecimento sobre os músculos respiratórios**

A performance dos músculos respiratórios encontra-se reduzida nos idosos, visto que além das modificações ocorridas no sistema respiratório, o idoso apresenta também, alterações no sistema musculoesquelético. O número de fibras musculares e tamanho da área de secção transversal muscular diminui com a idade – sarcopenia (GOLDSPINK, 2012). A sarcopenia é um processo inerente ao avançar da idade, responsável pela perda de 30% na massa muscular e unidades motoras entre as idades de 20 e 80 anos (FIELDING et al., 2011).

A composição muscular no idoso contém menos tecido contrátil e mais estruturas não contráteis (tecido adiposo e conjuntivo), quando comparados com o músculo esquelético de pessoas jovens (KENT-BRAUN et al., 2000). A alteração na composição do tecido em pessoas mais velhas sugere que a massa muscular pode estar mais reduzida do que revela as mensurações da área de secção transversal do músculo sozinho (WILLIAMS et al., 2002).

Além da sarcopenia, o processo de envelhecimento leva a alterações na proporção de fibras musculares preponderando as fibras do tipo I (fibras de contração lenta) devido a uma atrofia seletiva nas fibras tipo IIa (fibras rápidas resistentes a fadiga) e IIb (fibras rápidas altamente fadigáveis) (FRONTERA et al., 2008).

Essas alterações associadas ao decréscimo da propagação de impulsos nervosos pela junção neuromuscular e perda de neurônios motores periféricos reduzem a força muscular respiratória no idoso (ZELEZNIK, 2003; JANSSENS, 2005).

### **1.1.3. Consequências da perda de força muscular respiratória no idoso**

Um estudo coorte realizado com um grupo de 890 idosos ambulatoriais ao longo de 3 anos observou que a força muscular respiratória também está associada com a perda de mobilidade em adultos mais velhos, independentemente da força dos membros inferiores e atividade física (BUCHMAN et al., 2008). As possíveis causas dessa relação permanecem

pouco claras. Uma ventilação deficitária afeta múltiplos órgãos e sistemas sendo assim, a força dos músculos respiratórios pode estar associada à diminuição na mobilidade não só por causas ventilatórias (BUCHMAN et al., 2009) mas por outros fatores não motores como termorregulação e metabolismo sistêmico (MORRISON et al., 2008).

Os efeitos do déficit ventilatório parecem não se restringir as habilidades físicas no idoso, um estudo realizado com idosos encontrou forte relação entre as medidas de capacidade ventilatória e demência independente de outros fatores (SCHAUB et al., 2000). Embora os estudos clínicos e experimentais neste campo sejam escassos parece pertinente que as alterações ventilatórias ocorridas no envelhecimento, com conseqüente declínio do aporte gasoso para os diferentes sistemas, produzam mudanças na função cognitiva senil.

#### **1.1.4. Treinamento muscular inspiratório**

Atualmente os efeitos do TMI têm sido bem descritos em diferentes populações clínicas. Portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) melhoram a força muscular inspiratória, a capacidade de exercício funcional, dispnéia e qualidade de vida após serem submetidos ao TMI (GOSSELINK et al., 2011). Pacientes cardiopatas (LIN et al., 2012), obesos (BARBALHO-MOULIM et al., 2011), nefropatas (SILVA et al., 2011) e outras populações têm referido melhorias substanciais após um programa de TMI.

Um dos primeiros estudos com TMI em idosos foi realizado em 25 indivíduos (com idades entre 65-75 anos) para testar a hipótese de que o declínio da função ventilatória prejudica a capacidade de exercício (BELMAN; GAESSER, 1988). Desde então, outros estudos surgiram (AZNAR-LAIN et al., 2007; WATSFORD; MURPHY, 2008) com objetivos diversos deixando lacunas sobre os efeitos reais da intervenção nesta população.

Wastford e cols. (2008) observaram que um programa de 8 semanas de treinamento dos músculos respiratórios aumenta a força respiratória, melhora o desempenho físico e diminui a percepção de esforço relacionada a fadiga em mulheres idosas. Concordando com esses achados, Aznar-Lain e cols. (2007) também encontraram efeitos positivos do TMI sobre a força respiratória e a

aptidão cardiopulmonar em idosos. Fonseca e cols. (2010) relataram ganhos na autonomia funcional após 10 semanas de TMI em idosos institucionalizados. No entanto, Silva e cols. (2012) não encontraram diferenças na força respiratória entre os grupos que realizaram TMI e o grupo controle e recentemente, um estudo (CEBRIÀ I IRANZO et al., 2013) realizou 6 semanas de TMI em idosos institucionalizados com limitação funcional e não obteve melhoria significativa na força e resistência muscular respiratória.

De acordo com o exposto, os resultados do TMI em idosos são conflitantes, com achados por vezes divergentes. E, visto que nas mulheres pós-menopausa a diminuição dos níveis de estrogênio surge como fator adicional para o surgimento da sarcopenia (MESSIER et al., 2011), esta população poderia ser mais beneficiada com o TMI.

Nesse sentido, a presente pesquisa objetiva esclarecer a eficácia de um protocolo de TMI sobre a função muscular respiratória numa população de idosas comunitárias. Além disso, objetiva avaliar o padrão ventilatório e o comportamento da distribuição do volume pulmonar no tórax em diferentes graus de esforços inspiratórios.

## 1.2.Hipóteses

- O treinamento muscular inspiratório aumenta a força muscular respiratória, a espessura e a mobilidade do músculo diafragma em idosas;
- O padrão ventilatório e a cinemática toracoabdominal sofrem alterações durante a respiração tranqüila, respiração com resistência inspiratória moderada e esforços inspiratórios máximos em idosas.

## 1.3.Objetivos

### 1.3.1. Geral

- Avaliar a eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular respiratória, a espessura e a mobilidade do músculo diafragma em idosas.

### 1.3.2. Específicos

- **Primeiro Artigo:**

Avaliar através de uma revisão sistemática qual o melhor nível de evidência disponível sobre a eficácia do treinamento muscular inspiratório na força muscular inspiratória e qualidade de vida em idosos.

- **Segundo Artigo:**

Avaliar o padrão ventilatório e a cinemática toracoabdominal durante a respiração tranqüila, respiração com resistência inspiratória moderada e esforços inspiratórios máximos em idosas.

- **Terceiro Artigo:**

Avaliar a eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular respiratória, a espessura e a mobilidade do músculo diafragma em idosas.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Desenho do estudo**

Foi realizado um ensaio clínico controlado, randomizado, duplo-cego e um estudo observacional.

#### **2.1.1. Local e período do estudo**

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de Março a Dezembro de 2012.

#### **2.1.2. População e amostra**

A população-alvo foi constituída de 25 mulheres idosas. Para obtenção da amostra foi realizada divulgação da pesquisa através de anúncio no NAI (Núcleo de Apoio ao Idoso) localizado no campus da UFPE e através de panfletos distribuídos pelo campus universitário da UFPE.

O primeiro contato com as voluntárias foi realizado por via telefônica com a finalidade de checar os critérios de inclusão para participação na pesquisa. As voluntárias que se enquadraram nos critérios de elegibilidade foram convidadas a participar da pesquisa.

#### **2.1.3. Critérios de elegibilidade**

Os critérios de inclusão foram idosas, com idade entre 60 e 80 anos, capazes de deambular sem auxílio e com boa compreensão para responder as questões formuladas, avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (LOURENÇO; VERAS, 2006);

Foram excluídas as voluntárias que participavam de outro protocolo de treinamento ou reabilitação prévio, contra indicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, dificuldade de adaptação ou adesão ao protocolo de treinamento, tabagistas, presença de instabilidade hemodinâmica (frequência cardíaca maior que 150 bpm, ou pressão arterial sistólica maior que 140 mmHg ou pressão arterial diastólica maior que 90 mmHg), doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades

pulmonares, doenças cardíacas e usuárias de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou na força muscular.

#### **2.1.4. Seleção dos voluntários**

Entre março e setembro de 2012, 43 idosas foram contactadas por telefone destas 34 foram recrutadas para uma avaliação inicial restando 25 participantes que preencheram os critérios de inclusão, conforme mostra a Figura 1.

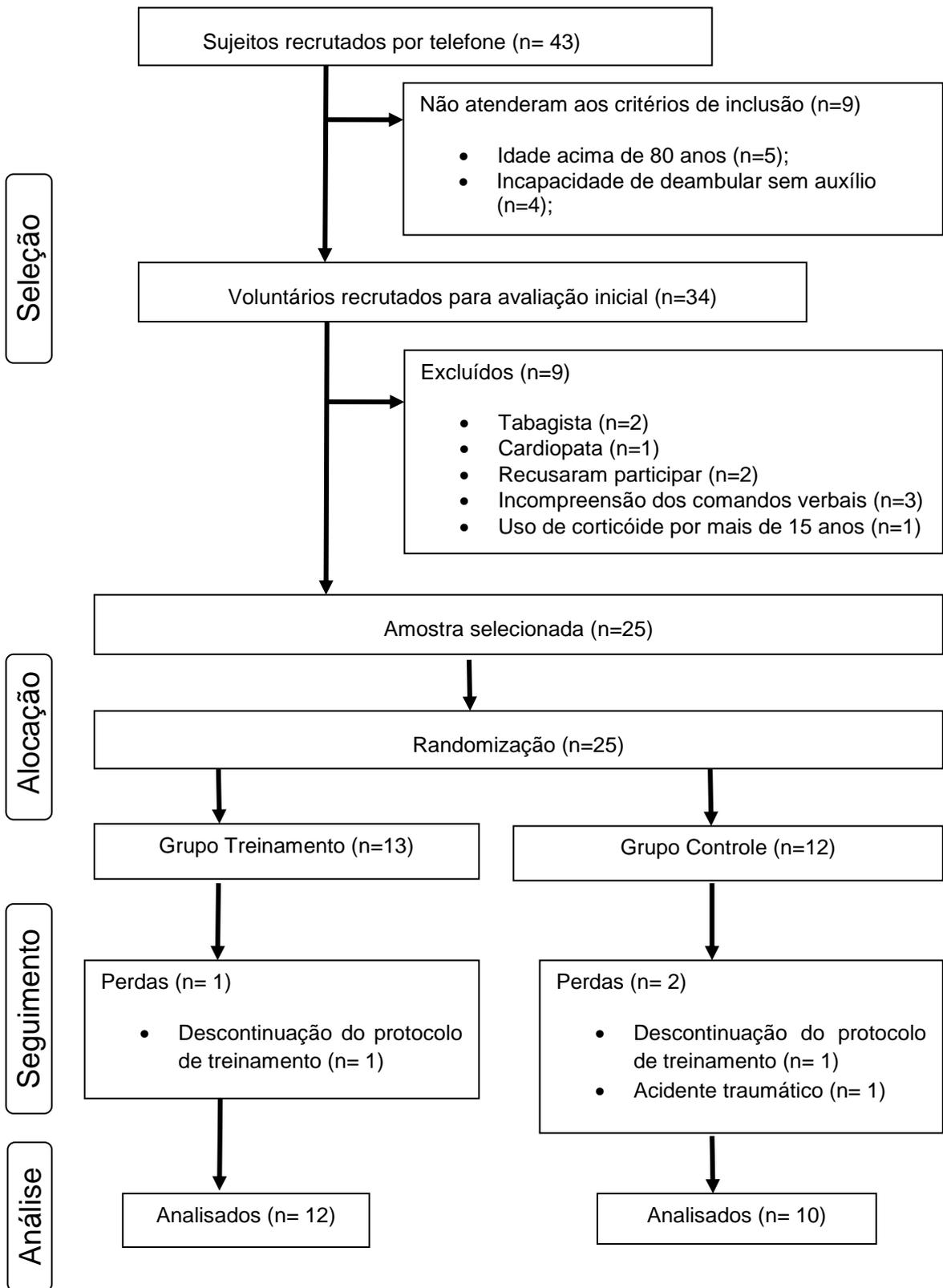
#### **2.1.5. Tamanho da amostra**

O tamanho da amostra foi determinado através de cálculo amostral realizado a partir dos dados coletados durante um estudo piloto com 10 participantes estabelecendo uma amostra de 9 indivíduos para cada grupo. Foi utilizado o programa estatístico G\*Power 3 (FAUL et al., 2007) que considerou um poder ( $1-\beta$ ) de 95% e um  $\alpha$  de 5% para o desfecho força muscular inspiratória baseado na média e desvio-padrão da P<sub>lmax</sub> dos grupos treinamento e controle após a intervenção.

#### **2.1.6. Método de randomização**

Após avaliação inicial, as participantes foram distribuídas aleatoriamente por meio de randomização em blocos (KANG et al., 2008) através de uma tabela de números randômicos por uma terceira pessoa que não participou diretamente da pesquisa, garantindo assim o sigilo de alocação. Esta informou ao terapeuta, responsável pelo treino, onde a participante seria alocada: grupo controle ou grupo treinamento.

- Grupo Controle (n=12): participantes que realizaram protocolo de treinamento muscular inspiratório sem carga incremental, isto é, sem efeito real de treino.
- Grupo Treinamento (n=13): participantes que realizaram o protocolo de treinamento muscular inspiratório com carga incremental.



**Figura 01.** Fluxograma de participantes

## **2.2.Avaliação**

As idosas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1) e foram coletados dados antropométricos, demográficos e clínicos a partir de uma ficha de avaliação padronizada (Apêndice 2) além de caracterizar o nível de atividade física. Em seguida as participantes foram avaliadas em dois momentos:

1º. Avaliação Inicial: antes de iniciar o protocolo de treinamento muscular inspiratório;

2º. Avaliação Final: 1 semana após o término do protocolo de treinamento muscular inspiratório;

Todos os procedimentos de avaliação foram realizados por um examinador devidamente treinado que desconhecia o grupo de alocação das participantes, garantindo o mascaramento do avaliador.

### **2.2.1.Medidas de desfechos**

Desfechos Primários (Artigo 2):padrão ventilatório e distribuição regional da ventilação coletados através de pletismografia optoeletrônica.

Desfechos Primários (Artigo 3): força muscular respiratória (avaliada através de manovacuometria), espessura e mobilidade diafragmática (ambas avaliadas por ultrassonografia).

Desfechos Secundários (Artigo 3): efeitos adversos do treinamento muscular inspiratório (avaliado através de questionários ou relato das participantes).

### **2.2.2.Protocolos de Medidas**

#### **2.2.2.1. Nível cognitivo**

Foi estabelecido o mini-exame do estado mental (MEEM) para caracterizar o grau de cognição das idosas avaliadas, visto que para realizar os protocolos de avaliação e treinamento havia necessidade do entendimento e colaboração do participante. O MEEM tem sido amplamente usado para avaliar a cognição em

idosos sem diagnóstico prévio de distúrbios cognitivos, levando em consideração a escolaridade (BERTOLUCCI et al., 1994; BRUCKI et al., 2003).

As características psicométricas do MEEM foram avaliadas para população brasileira (LOURENÇO; VERAS, 2006) (Anexo 2) sendo considerados os pontos de corte de 18/19 e 24/25, segundo a ausência ou presença de instrução escolar formal prévia, respectivamente.

#### **2.2.2.2.Nível de atividade física**

Para caracterizar o nível de habilidade funcional das idosas foi adotado um instrumento de autorrelato adaptado para população brasileira o Perfil de Atividade Humana (PAH) (SOUZA et al., 2006). Esse instrumento é composto por 94 itens, de atividades rotineiras de variados níveis funcionais, ordenados de acordo com o custo energético. Para cada item, há três respostas possíveis: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz”. Para quantificar o nível de atividade física foi utilizado o escore de atividade ajustada (EAA) que é obtido subtraindo-se a pontuação do último item cuja resposta é “ainda faço” do número de atividades que nunca fez, anteriores ao item que o indivíduo ainda faz. O EAA fornece uma estimativa das atividades diárias, pois representa o nível médio de equivalente metabólico gasto em um dia típico e pode ser utilizado na forma qualitativa, pela classificação do indivíduo em: inativo ( $EAA < 53$ ), moderadamente ativo ( $53 < EAA < 74$ ) e ativo ( $EAA > 74$ ) (Anexo 3).

#### **2.2.2.3.Medidas antropométricas**

A mensuração do peso corpóreo e estatura foi realizada através de uma balança com estadiômetro de haste móvel, com precisão de 100g (Balança W300 A, Welmy, Brasil). A partir dessas medidas foi calculado o IMC através do quociente massa corporal/estatura<sup>2</sup>, sendo a massa expressa em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m).

#### **2.2.2.4.Provas de função pulmonar**

Para caracterização da amostra e exclusão das portadoras de doenças pulmonares foi realizada a espirometria. Foram realizadas 3 manobras espirométricas com a participante sentada confortavelmente usando uma boquilha descartável e com clipe nasal, sendo coletados os valores de

capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), fluxo expiratório forçado 25-75% ( $FEF_{25-75\%}$ ) e a relação  $VEF_1/CVF$ . Para realização dos testes foi utilizado um espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra), (Figura 02) sendo considerados os valores de referência para população brasileira adulta (PEREIRA et al, 2007).



**Figura 02:** espirômetro portátil

#### **2.2.2.5. Força muscular respiratória**

Para aferir a pressão inspiratória máxima ( $PI_{max}$ ), as participantes expiraram através de um bocal até o volume residual e, posteriormente, geraram um esforço inspiratório máximo contra a via aérea ocluída. Para avaliar a pressão expiratória máxima ( $PE_{max}$ ), as participantes inspiraram através do bocal até a capacidade pulmonar total e, em seguida, um esforço máximo expiratório foi gerado contra a via aérea ocluída (EVANS et al., 2009). Foi utilizado um bocal de 5cm com um pequeno orifício de 2 mm de diâmetro para escape de ar, para prevenir o fechamento glótico e reduzir a ação dos músculos bucinadores durante a avaliação da  $PI_{max}$  e  $PE_{max}$  respectivamente (ATS/ERS 2002). As participantes foram posicionadas sentadas eretas e realizaram duas manobras para familiarização e aprendizado. Foram aferidas no mínimo cinco medidas, até serem obtidas três valores aceitáveis e reprodutíveis, isto é, sem vazamento de ar e com diferença inferior a 10% entre elas, sendo registrado o maior valor obtido

(NEDER et al., 1999). As avaliações foram realizadas através de um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil) (Figura 03).



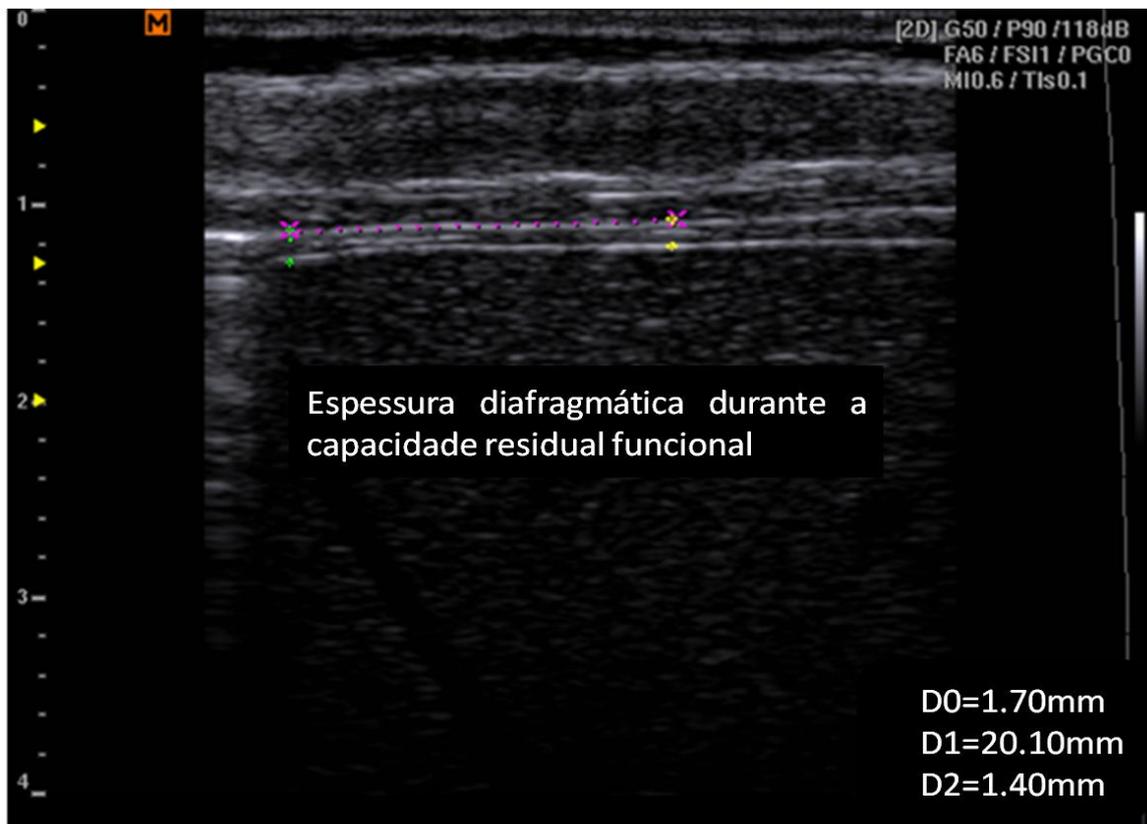
**Figura 03:** manovacuômetro digital, clipe nasal e bocal

#### **2.2.2.6. Espessura diafragmática**

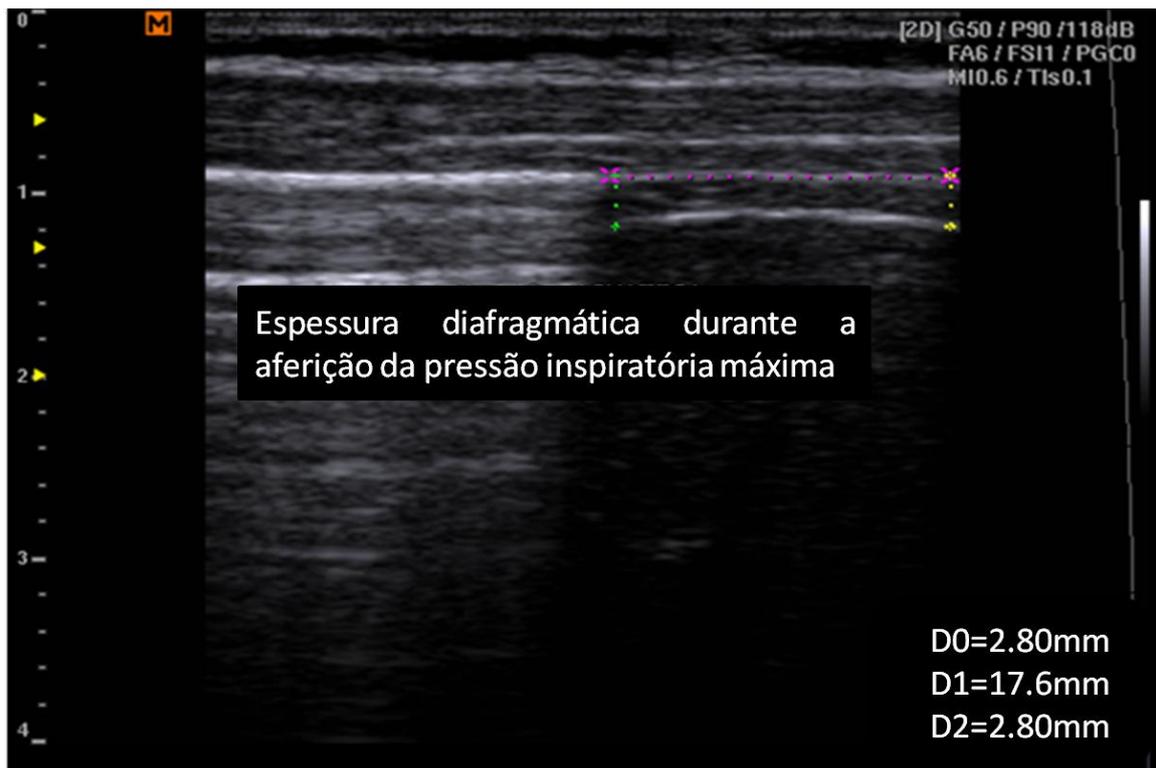
Foi utilizado o ultrassom (Sonoace R3, Sansung Medison, Coréia do Sul) no modo B. A participante foi posicionada em decúbito lateral esquerdo (ENRIGHT, et al., 2004) e um transdutor linear com alta resolução e baixa penetração (7.5 MHz) foi colocado perpendicularmente à caixa torácica entre o oitavo e o nono espaço intercostal direito entre as linhas axilar anterior e média (UEKI et al., 1995), sendo o diafragma identificado por duas linhas brilhantes paralelas que retratam a membrana pleural e peritoneal. Foi realizada a medição da espessura diafragmática a partir do meio da linha pleural até o meio da linha peritoneal. Em cada imagem ultrassonográfica foram realizadas duas medições de espessura entre 0,5 a 2 centímetros da visualização do seio costofrênico, sendo o valor médio destas duas medidas utilizado como medida final (DE BRUIN et al., 1997). Foi utilizada a média de 3 medidas finais da espessura da

zona de aposição diafragmática obtidas: durante a capacidade residual funcional (espessura do diafragma relaxado -  $E_{rel}$ ) (Figura 04), ao final da capacidade pulmonar total (espessura do diafragma contraído -  $E_{cont}$ ) e durante uma manobra de P<sub>lmax</sub> a partir da capacidade residual funcional (Figura 05), esta última foi utilizada para determinar a taxa de espessamento do diafragma (TE) segundo a fórmula (UEKI et al., 1995):

$$TE = \frac{\text{espessura do diafragma durante a manobra de P}_{\text{máx}} \text{ na CRF}}{\text{média da espessura do diafragma durante a CRF}}$$



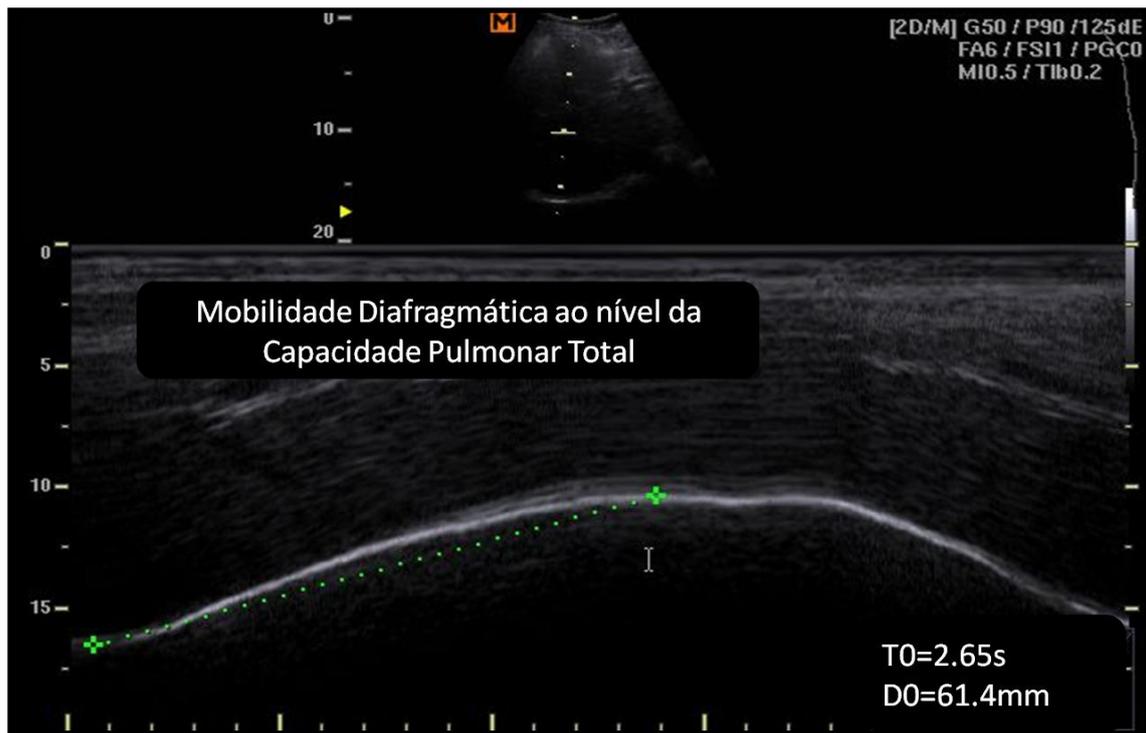
**Figura 04:** Avaliação da espessura diafragmática durante a capacidade residual funcional. D0: espessura avaliada próxima ao parênquima pulmonar; D2: espessura avaliada aproximadamente 2 centímetros de distância de D0; D1: distância entre D0 e D2.



**Figura 05:** Avaliação da espessura diafragmática durante a pressão inspiratória máxima. D0: espessura avaliada próxima ao parênquima pulmonar; D2: espessura avaliada com aproximadamente 2 centímetros de distância de D0; D1: distância entre D0 e D2.

### 2.2.2.7. Mobilidade diafragmática

A medição da mobilidade diafragmática foi realizada com as voluntárias deitadas com o tórax apoiado numa inclinação de 45° através do ultra-som (Sonoace R3, Sansung Medison, Coréia do Sul) no modo M com um transdutor convexo (3.5MHz) posicionado na linha axilar média direita abaixo da margem costal da caixa torácica, com a mão firme direcionada cranialmente (TESTA et al., 2011). As participantes foram orientadas a respirar de maneira profunda e rápida ao nível da capacidade pulmonar total (CPT) sendo essa manobra repetida várias vezes. As excursões diafragmáticas crânio-caudal durante a respiração de repouso e a respiração até a CPT foram registradas exibindo curvas sinusoidais (TESTA et al., 2011). O traçado obtido entre a linha de base antes do começo da inspiração e o platô obtido ao final da CPT revelou a mobilidade diafragmática (Figura 06), sendo utilizada a média de cinco medidas obtidas com diferença menor de 10% entre elas.



**Figura 06:** Avaliação da mobilidade diafragmática durante uma respiração forçada. T0: intervalo de tempo desde o começo da inspiração até o final do platô inspiratório. D0: valor medido da mobilidade diafragmática ao nível da capacidade pulmonar total.

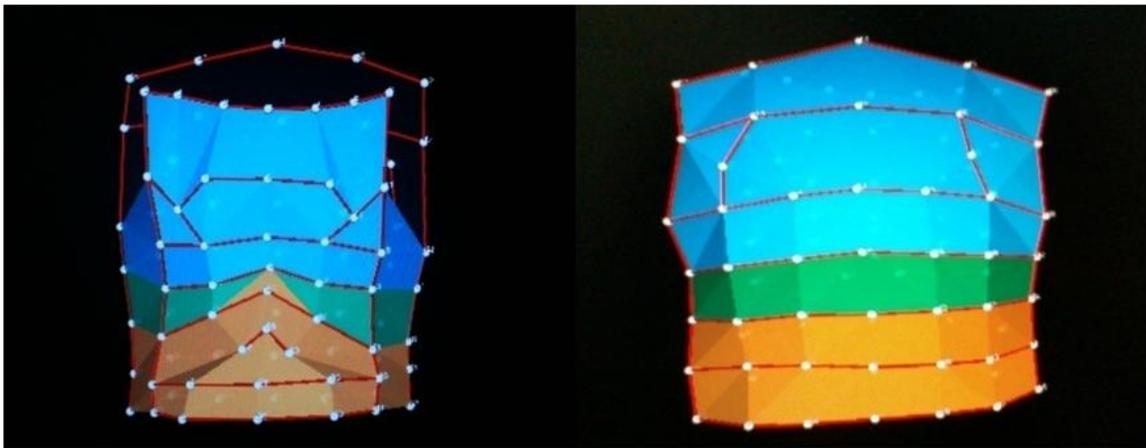
### 2.2.2.8. Pletismografia optoeletrônica (POE)

Para a realização da técnica as participantes foram posicionadas sentadas em uma cadeira sem encosto com 89 marcadores reflexivos fixados na pele, através de fitas adesivas hipoalergênicas, em 07 linhas horizontais e 05 linhas verticais na região entre as clavículas e o púbis na região anterior e entre as escápulas e crista ilíaca na região posterior da parede torácica e do abdômen (CALA et al., 1996). Os 19 marcadores restantes foram colocados nas linhas axilares médias e em pontos chaves distintos. Oito câmeras foram distribuídas em torno do voluntário, captando reflexo infravermelho dos marcadores e as imagens do deslocamento dos marcadores foram registradas e transmitidas para um computador, onde um modelo tridimensional (Figura 07) foi formado pelo software de captura de marcadores do POE (BTS Bioengineering, Itália) dividindo o volume da caixa torácica em 3 compartimentos: volume corrente da

caixa torácica pulmonar ( $VC_{ctp}$ ), volume corrente da caixa torácica abdominal ( $VC_{cta}$ ) e volume corrente do abdome ( $VC_{ab}$ ) sendo a soma desses três volumes denominado volume corrente da parede torácica ( $VC_{pt}$ ) (PARREIRA et al., 2012) As aquisições de dados da POE foram realizadas em ocasiões distintas: durante 3 minutos de respiração tranqüila (RT), durante 2 manobras de aferição da P<sub>lmax</sub> (representando um esforço inspiratório máximo) e durante 3 minutos de respiração com resistência inspiratória (RRI) com carga individual de 40% da P<sub>lmax</sub> de cada voluntária com o equipamento Threshold<sup>®</sup>IMT (Respironics, NJ, Estados Unidos).

### VISTA ANTERIOR

### VISTA POSTERIOR



**Figura 07:** Modelo tridimensional da Pletismografia Optoeletrônica mostrando a divisão tricompartimental da caixa torácica. Região azul: caixa torácica pulmonar; região verde: caixa torácica abdominal; região amarela: abdômen.

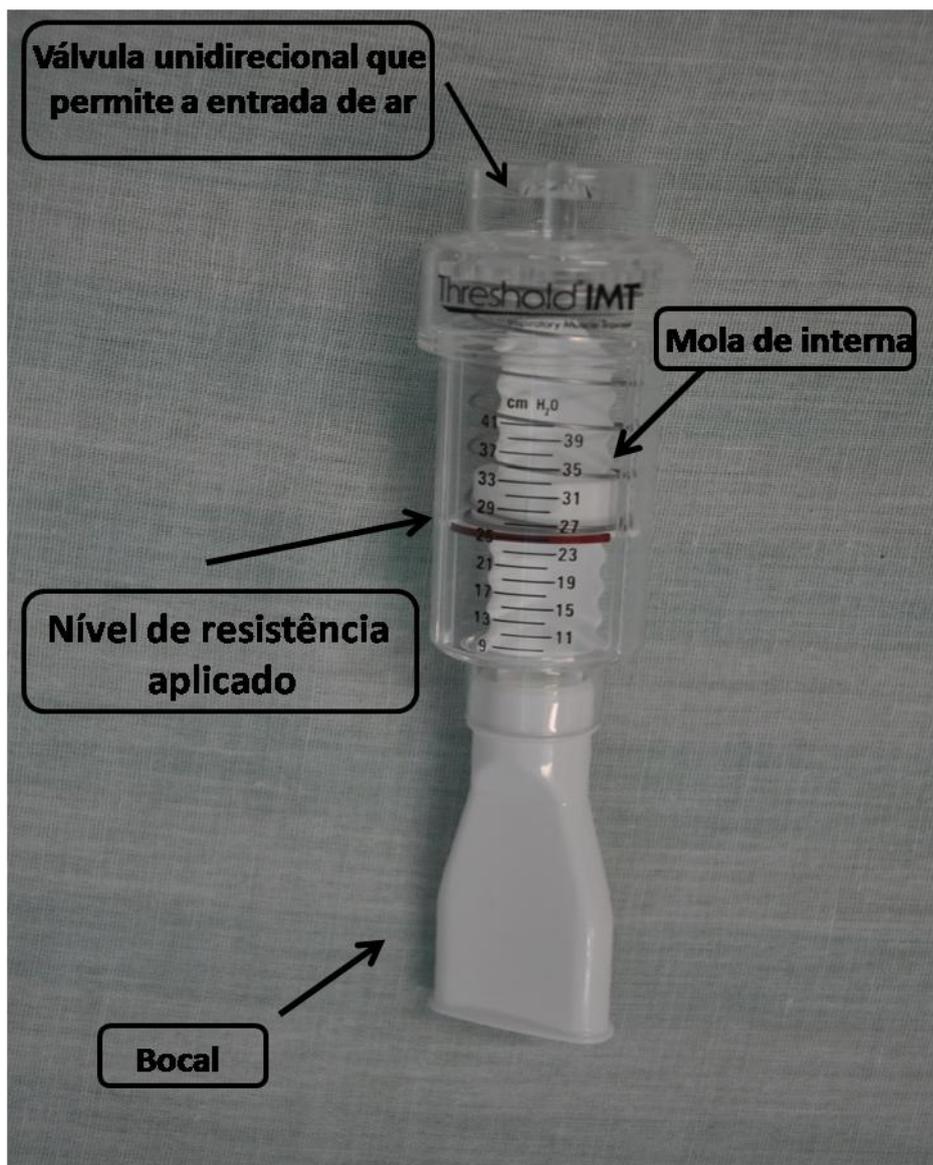
### **2.3. Protocolo experimental**

Após a avaliação inicial as idosas realizaram o protocolo de intervenção com duração de 8 semanas usando um dispositivo que fornece uma resistência linear na fase inspiratória, o Threshold<sup>®</sup>IMT (Respironics, NJ, Estados Unidos) disponibilizado na forma de um cilindro plástico transparente, composto por uma válvula unidirecional fechada pela pressão exercida por uma mola interna que bloqueia o fluxo aéreo, sendo este liberado quando o usuário gera uma pressão negativa que supera a carga imposta pela mola, permitindo a entrada de ar. O dispositivo possui um bocal na extremidade oposta à válvula e permite um ajuste da intensidade da carga de treino entre 7-41 cmH<sub>2</sub>O (Figura 08). Todas as participantes utilizaram o clipe nasal durante o treinamento.

O grupo treinamento realizou o treino da musculatura inspiratória com frequência de 2 sessões ao dia durante 7 dias semanais sendo 1 sessão realizada na presença do terapeuta responsável pelo treino e as demais sessões realizadas pela participante em seu domicílio. As participantes realizaram 8 séries de 2 minutos com repouso de 1 minuto entre as séries, duas vezes por dia e foram orientadas a realizar respirações com padrão diafragmático. A intensidade do treino foi ajustada em 40% da P<sub>I</sub>max (SILVA et al., 2012) aferida durante a avaliação inicial do sujeito. O ajuste da intensidade de carga foi realizado semanalmente através da avaliação da P<sub>I</sub>max durante todo o período do protocolo de intervenção a carga resistiva foi mantida em 40% da P<sub>I</sub>max ou 41 cmH<sub>2</sub>O quando a P<sub>I</sub>max da participante superava o valor de 103 cmH<sub>2</sub>O (Apêndice 3).

O grupo controle realizou o mesmo protocolo de treino exceto pela intensidade de carga do treinamento. Para anular a resistência do dispositivo de treino, a válvula unidirecional foi retirada, tornando o fluxo aéreo livre. O ajuste semanal de carga era simulado semanalmente para reproduzir a mesma frequência de retorno semanal do grupo treinamento.

O protocolo de treinamento de ambos os grupos foi realizado por um único terapeuta no intuito de uniformizar o treino. O grupo controle realizou um protocolo idêntico ao grupo intervenção exceto pela ausência de carga incremental, garantindo o cegamento das participantes quanto ao grupo que pertencia.



**Figura 08:** Dispositivo usado para o treinamento dos músculos inspiratórios (Threshold<sup>®</sup>IMT).

Todos as participantes receberam um diário de treino (Apêndice 4) onde era relatado o período de tempo da realização do treino, as pausas ocorridas e a presença de efeitos adversos durante o protocolo de treinamento. Foi realizado o acompanhamento através de contato telefônico 2 vezes por semana para assegurar a realização do treino e esclarecer eventuais dúvidas. Todas as idosas mantiveram a atividade física habitual sem acréscimo àquela referida no período de avaliação inicial.

## 2.4. Aspectos éticos

Todas as idosas foram esclarecidas sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e participaram voluntariamente, obedecendo a resolução número 196/96 do Conselho Nacional da Saúde - CNS. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE nº 457/11 com registro no SISNEP: FR 473481 e CAAE: 0443.0.172.000-11) – Anexo 1.

## 2.5. Análise dos Dados

Os resultados das características iniciais da amostra e análise estatística dos dados foram expressos em média e desvio padrão (DP). Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. O teste T para amostras independentes e o teste Mann-Whitney foram utilizados para comparar as características de base dos grupos. A análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas (com correção de Greenhouse-Geisser) foi utilizada para investigar os efeitos no tempo (intra grupos) e no grupo (entre grupos) com o *Power* relatado para os seguintes desfechos: força muscular respiratória (P<sub>lmax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub>), espessura (E<sub>cont</sub> e TE) e mobilidade diafragmática. Para comparar o resultado do desfecho E<sub>rel</sub> entre os grupos após o TMI foi utilizado o teste Mann-Whitney. Para comparação dos valores de percentual de contribuição de volume na caixa torácica na RT, RRI e durante a aferição da P<sub>lmax</sub> foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman. Onde foi encontrada significância, as diferenças dentre as situações foram avaliadas através do Teste de Wilcoxon. Para avaliar a relação entre o percentual de volume da caixa torácica pulmonar durante a RRI e o percentual de volume do abdômen durante a manobra da P<sub>lmax</sub> foi utilizado o teste de correlação de Spearman. A análise foi conduzida pelo programa SPSS para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) sendo estabelecido um nível de significância de  $p < 0,05$ .

### **3.Resultados**

O projeto desenvolvido resultou três artigos científicos, sendo uma revisão sistemática (Artigo 01) e dois artigos originais (Artigo 02 e 03).

**ARTIGO 1:** Eficácia do treinamento muscular inspiratório na força muscular inspiratória e qualidade de vida em idosos: uma metanálise.

A revisão sistemática teve o objetivo de acessar a qualidade de evidência da literatura vigente sobre os efeitos do treinamento muscular inspiratório na força muscular inspiratória e qualidade de vida em idosos. Foi realizada uma pesquisa nos bancos de dados eletrônicos Medline/Pubmed, LILACS, SciELO, Cochrane/Bireme e PEDro, sendo realizado uma síntese quantitativa com 5 estudos e duas metanálises com a inclusão de 2 estudos.

**ARTIGO 2:** Envelhecimento e cinemática toracoabdominal: mudanças na distribuição dos volumes da caixa torácica como estratégia ventilatória em diferentes esforços inspiratórios.

Este estudo observou que o compartimento abdominal predomina durante o repouso sendo redistribuído para a caixa torácica abdominal durante a respiração com resistência inspiratória moderada associada a uma respiração mais lenta e profunda. No entanto, quando esforços inspiratórios máximos são requisitados, a exemplo da aferição da pressão inspiratória máxima, a caixa torácica pulmonar se revela mais atuante.

**ARTIGO 3:** Treinamento dos músculos respiratórios em idosos como estratégia de preservação das pressões inspiratórias e expiratórias com repercussões na mobilidade e espessura do diafragma: um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego.

O ensaio clínico avaliou os efeitos de 8 semanas de treinamento muscular inspiratório na força muscular respiratória, espessura e mobilidade diafragmática em idosos. O grupo treinado mostrou aumentos significativos na força respiratória, espessura e mobilidade diafragmática em relação ao grupo controle.

**ARTIGO 1:** Eficácia do treinamento muscular inspiratório na força muscular inspiratória e qualidade de vida em idosos: uma metanálise

Será submetido ao:

## **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**

**Qualis: A1 na área 21 da CAPES**

**Fator de impacto: 2.2**

**TÍTULO:**

Eficácia do treinamento muscular inspiratório na força muscular inspiratória e qualidade de vida em idosos: uma metanálise

**AUTORES:**

Souza, Helga Cecilia Muniz\* (PT)

Lemos, Andrea\* (PhD)

Rocha, Taciano Dias de Souza\* (PT)

Dornelas de Andrade, Arméle\* (PhD)

\* Laboratório de Fisioterapia e Fisiologia Cardiopulmonar, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Pernambuco, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo contínuo no qual ocorre um conjunto de alterações morfofuncionais que geram no indivíduo uma desestruturação orgânica progressiva, favorecendo o aparecimento de doenças e deterioração na qualidade de vida<sup>1</sup>

No sistema respiratório, os efeitos do envelhecimento são similares aos que ocorrem em outros sistemas: sua função máxima gradualmente declina<sup>2</sup>. As principais alterações fisiológicas associadas à idade são: diminuição do recolhimento elástico, perda de complacência da caixa torácica e declínio da força dos músculos respiratórios. Sendo esses três fenômenos citados responsáveis pela maioria das alterações funcionais relacionadas ao envelhecimento<sup>3,4</sup>.

A diminuição da força muscular respiratória é decorrente do processo de sarcopenia inerente ao avançar da idade, processo este que é responsável pela perda de 30% na massa muscular e unidades motoras entre as idades de 20 e 80 anos<sup>5</sup>. Há um comprometimento preferencial pelas fibras do tipo II (fibras de contração rápida) o que gera declínio na força muscular<sup>6</sup>.

Nesse sentido, o treino específico dos músculos respiratórios em especial o treino dos músculos inspiratórios (TMI) com carga linear, tem sido considerado um agente modificador das anormalidades encontradas nos músculos inspiratórios resultando em aumento da força inspiratória, tolerância ao exercício e redução da dispnéia, influenciando na manutenção de uma maior habilidade para realização de atividades de vida diária<sup>7</sup> e permitindo um aumento da capacidade funcional e manutenção da autonomia<sup>8</sup>.

O primeiro estudo com TMI em idosos<sup>9</sup> foi realizado por Belman e Gaesser em 1988, onde 25 indivíduos (com idades entre 65-75 anos) foram treinados para testar a hipótese de que o declínio da função ventilatória prejudica a capacidade de exercício. Desde então, outros estudos surgiram com objetivos diversos deixando lacunas sobre a eficácia da intervenção<sup>10,11</sup>.

Estudos posteriores em idosos mostraram os efeitos do treinamento dos músculos inspiratórios sobre a função muscular e capacidade de exercício<sup>12,13</sup> e encontraram achados benéficos, enquanto que outro trabalho<sup>14</sup> não observou efeitos do TMI sobre a função muscular no grupo treinado.

Sendo assim, os resultados do TMI em idosos são conflitantes, com achados por vezes divergentes e inconclusivos restando dúvidas a respeito da eficácia desta intervenção na população senil.

O propósito desta revisão sistemática é acessar a eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular inspiratória e qualidade de vida em idosos quando comparados à ausência do TMI ou a um placebo.

## **METODOLOGIA**

### **Estratégia de busca**

A pesquisa foi realizada nos bancos de dados eletrônicos Medline/Pubmed, LILACS, SciELO, Cochrane/Bireme e PEDro. Foram utilizados os seguintes descritores do Mesh: *Respiratory Muscles; Breathing Exercises; Muscles Strength; Aged*. Os termos *Aging; Inspiratory Muscle Training; Ventilatory Muscle Training ; Resistive Loading ; Pressure Threshold Loading ; Incremental Threshold Loading e Resistive Breathing* não surgem como descritores do Mesh ou Decs, mas foram inseridos como palavras chave na busca devido a sua importância.

A estratégia de busca utilizada baseou-se nas normas do Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions<sup>15</sup>. Não houve restrição lingüística nem de ano de publicação. A busca foi realizada por dois pesquisadores independentes (HCMS e TDSR) no período de 20/07/2012 à 27/10/2012, em computadores independentes. Foram feitos cruzamentos entre as palavras e, após a busca, os dados foram expostos a fim de verificar ocorrência de disparidade no material encontrado, discordância quanto à inclusão/exclusão dos estudos e duplicidades.

### **Crítérios de seleção dos estudos**

Adotou-se como critérios de inclusão estudos randomizados ou quase-randomizados, em idosos que realizaram o treinamento muscular inspiratório como intervenção principal associado ou não a outros exercícios respiratórios. Os grupos controle podiam realizar exercícios semelhantes ao grupo treinamento com exceção do treino específico da musculatura inspiratória (grupo

sham), ou não realizar exercícios. O treinamento poderia ser realizado em domicílio ou ambulatorialmente.

Para o grupo tratamento, o TMI deveria ser realizado através de carga linear predeterminada, sendo essa igual ou superior a 30% da pressão inspiratória máxima ( $P_{iMAX}$ ) de acordo com protocolos instituídos em diversos estudos<sup>16-18</sup>.

Foram excluídos estudos compostos por indivíduos com diagnóstico prévio de doença degenerativa neuromuscular, doenças crônico-degenerativas, pneumopatias e cardiopatias. Excluíram-se ainda os estudos em que os indivíduos reconhecidamente fizeram uso de medicação ou atividades que alterassem a força muscular respiratória.

Primeiramente a análise dos títulos e resumos foi realizada na frente do computador por dois pesquisadores independentes (HCMS e TDSR). Os estudos potencialmente elegíveis foram retidos para uma análise posterior e possível inclusão após a leitura do texto completo.

Foram considerados como desfechos primários: força muscular inspiratória (mensurada através de manovacuometria) e qualidade de vida (avaliada por instrumentos validados). Como desfechos secundários considerou-se: aptidão cardiopulmonar (avaliada através de ergoespirometria), *endurance* da musculatura respiratória (avaliada através de testes validados) e função pulmonar (avaliada através de espirometria). Além destes foram também pontuados: fadigabilidade da musculatura respiratória (mensurada por manovacuometria ou instrumentos validados), sensação de dispnéia (avaliada por instrumentos validados ou relato dos voluntários) e náuseas (relato dos voluntários) durante o período de treino.

### **Extração dos dados e análise**

A extração dos dados foi realizada de forma independente pelos pesquisadores HCMS e TDSR, incluindo informações sobre cada um dos estudos através de um formulário pré-estabelecido contendo informações para caracterização de validade interna e externa dos estudos. Para os casos de dados incompletos, os autores foram contactados e as informações foram solicitadas.

## **Avaliação do Risco de Viés**

Os estudos foram avaliados através dos componentes individuais seguindo os critérios do Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions<sup>15</sup>. Foi aplicado o julgamento de alto risco, baixo risco ou risco obscuro de viés, de acordo com a avaliação metodológica dos estudos. Os componentes avaliados foram: a seleção (randomização e alocação sigilosa), a execução do método (cegamento dos participantes e dos avaliadores), a detecção (mascaramento da avaliação do resultado), o seguimento do estudo (perdas ou exclusões de voluntários durante o estudo) e a descrição seletiva de desfechos (informação seletiva). No julgamento foi considerado alto risco a não citação do processo; baixo risco para citação com descrição do modo de operação e risco obscuro para citação sem esclarecimento.

Em todo o processo metodológico houve um terceiro avaliador (AL) que interveio quando houve dúvidas e discordâncias.

## **Síntese dos Resultados**

Os estudos foram tabulados para uma avaliação qualitativa e posterior análise quantitativa. Foram descritos características da população, participantes incluídos, intervenção, *performance* realizada no grupo controle e resultados obtidos. Posteriormente os dados foram combinados para construção de uma metanálise baseada nas diferenças de médias com os estudos suficientemente homogêneos que utilizaram o mesmo desfecho.

Para o desfecho de força muscular inspiratória foi realizada uma metanálise de efeitos fixos e, para o desfecho de aptidão cardiopulmonar a princípio, foi realizada uma metanálise de efeitos fixos, mas como o teste de heterogeneidade com um nível de significância de 0,05 foi alcançado, utilizou-se o modelo de efeito randômico. A heterogeneidade entre os estudos foi acessada através do teste Q de Cochran e do teste  $I^2$  de Higgins<sup>15</sup> sendo considerada significativa para  $p < 0,05$  e quantificada como heterogeneidade moderada para  $I^2 > 30\%$ . A análise estatística foi realizada com o programa RevMan, versão 5.1.0.

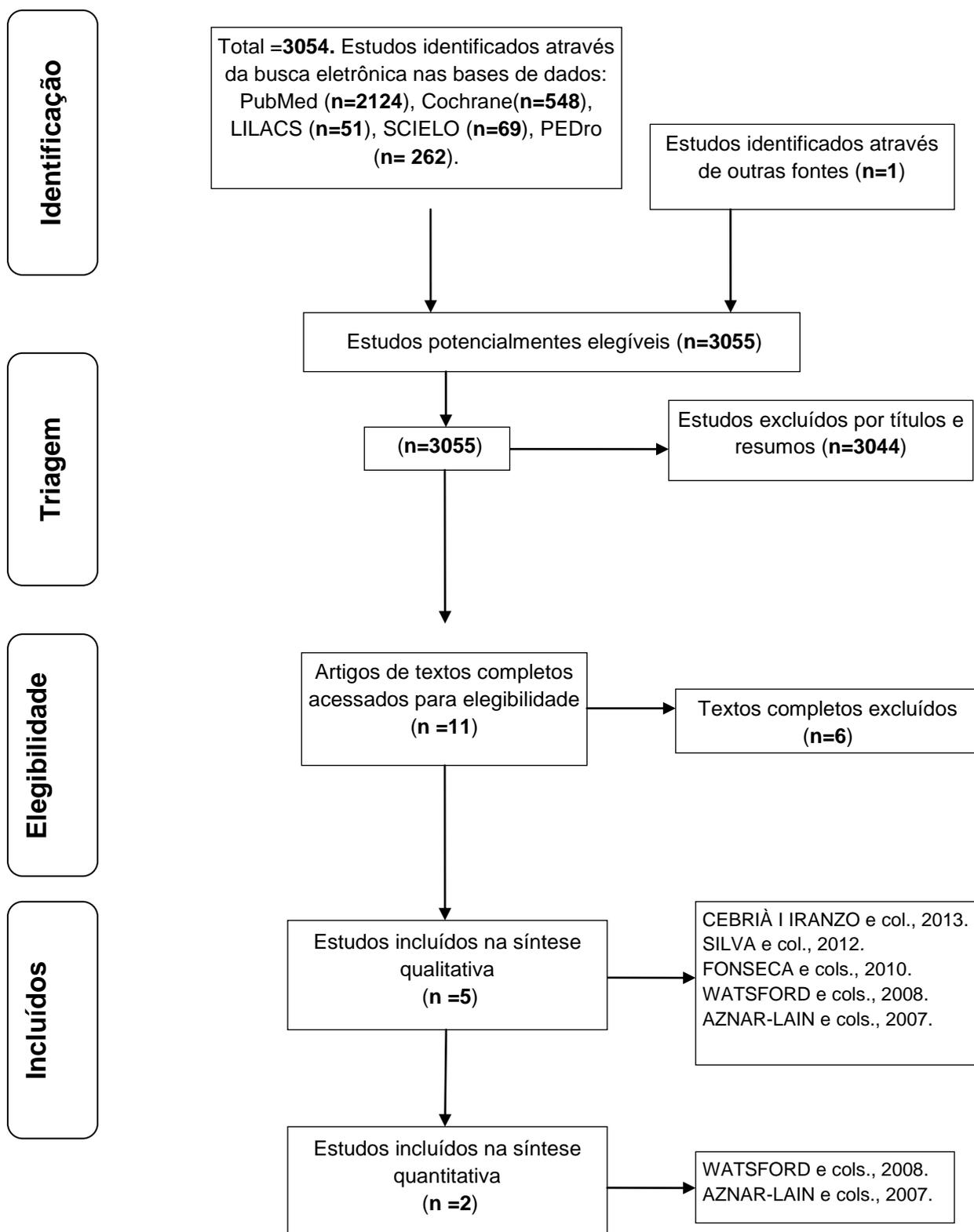
## **RESULTADOS**

### **Seleção dos estudos**

A partir dos 3055 títulos potencialmente relevantes, 3033 foram afastados por inadequação aos critérios de inclusão. Dos 22 restantes, após leitura dos resumos ou textos completos, foram excluídos 17, por não atender aos critérios de inclusão ou realizar treinamento de força muscular não específico da musculatura inspiratória, restando 05 estudos envolvendo um total de 124 participantes (Figura 01).

### **Síntese Qualitativa**

Os estudos incluídos foram realizados em diferentes países apresentando duração, frequência de treino semanal e intensidade de treinamento diverso. Três estudos realizaram exercícios no grupo controle (Tabela 1).



**Figura 01.** Busca e seleção dos estudos para a revisão sistemática de acordo com PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

**Tabela 1. Características dos estudos incluídos**

<b>Autor, Ano e País</b>	<b>População</b>	<b>Participantes Incluídos</b>	<b>Protocolo de Intervenção</b>	<b>Grupo Controle</b>
Cebrià i Iranza et al, 2013 Espanha	Idosas institucionalizados (idade > 80 anos) Ausência de afecções cardiorespiratórias, neuromusculares, neurológicas, tabagistas ou ex-tabagistas (< 5anos) e doentes terminais.	GT n=19  GC n=21  (40 mulheres)	<b>Instrumento:</b> Threshold IMT® <b>Duração:</b> 6 semanas <b>Frequência:</b> 5x/semana <b>Intensidade:</b> 30-50%Pimax 7 séries de 2 minutos/ série com 1 minuto de descanso entre as séries. Reajuste de intensidade de treino na 4ª e 6ª semana de intervenção.	Não realizou exercícios
Silva et al, 2012 Brasil	Idosos (61-82 anos) Ausência de diabetes mellitus, doenças pulmonares, neurológicas, tabagismo, dificuldade de locomoção e realização de atividades físicas regulares.	GT n=7  GC n=5  (5homens; 9mulheres)	<b>Instrumento:</b> Threshold IMT® <b>Duração:</b> 12 semanas <b>Frequência:</b> 7x/semana <b>Intensidade:</b> 40%Pimax ou até o limite de 41cmH <sub>2</sub> O. 1 sessão semanal de 30 minutos realizada na clínica. 6 sessões semanais de 30 minutos realizada em domicílio. Reajuste de intensidade de treino semanal.	Sham Realizou um protocolo de treino com o mesmo equipamento sem carga.
Fonseca et al, 2010 Brasil	Idosos institucionalizados * Ausência de seqüelas músculo-esqueléticas e neurológicas, síndromes metabólicas não compensadas e afecções cardiorespiratórias agudas.	GT n=14  GC n=14  **	<b>Instrumento:</b> Threshold IMT® <b>Duração:</b> 10 semanas <b>Frequência:</b> 3x/semana <b>Intensidade:</b> 50%Pimax inicial sendo acrescentados 10% por semana até a 4ª semana. A partir da 5ª semana foram acrescentados 5% até completar 100% Pimax ou 41cmH <sub>2</sub> O. 7 séries de 2 minutos/série com 1 minuto de descanso entre as séries num total de 20 minutos/sessão. Reajuste de intensidade de treino semanal.	Exercícios respiratórios para melhoria de expansibilidade pulmonar
Watsford et al, 2008 Austrália	Idosas (60-69 anos) Ausência de patologias cardiovasculares, osteoarticulares, neuromusculares e respiratórias.	GT n=13  GC n=13  (26 mulheres)	<b>Instrumento:</b> Power-lung RM-training <b>Duração:</b> 8 semanas <b>Frequência:</b> 12x/semana (6 dias, 2x/dia) <b>Intensidade:</b> 30 até 61% Pimax 8x - 3séries/10repetições (10RM) 6 minutos 2x - 1série/40repetições (até 40RM) 10 minutos 2x - 5séries/5repetições (5RM) 6 minutos 1 minuto de descanso entre as séries Reajuste de intensidade de treino realizado com aumentos de 25% até a última semana de intervenção.	Não realizou exercícios
Aznar-Lain et al, 2007 Espanha	Idosos (58-78 anos) Moderadamente ativos Ausência de patologia prévia	GT n=9  GC n=9  (4homens; 14mulheres)	<b>Instrumento:</b> Threshold IMT® <b>Duração:</b> 8 semanas <b>Frequência:</b> 5x/semana <b>Intensidade:</b> 50%, 60%, 70%, 80% Pimax 8-10 séries 5-6 repetições 1 minuto de descanso entre as séries Reajuste de intensidade de treino realizado na 4ª semana de intervenção.	Sham Realizou o mesmo protocolo de treino com exceção da intensidade de carga que foi ajustada em 7cmH <sub>2</sub> O.

GT: grupo treinamento; GC: grupo controle; Pimax: pressão inspiratória máxima; RM: repetição máxima; \* intervalo de idade não relatado; \*\*distribuição dos participantes por sexo não relatado.

Quanto à avaliação do risco de viés (Figura 2) todos os estudos apresentaram comprometimento nos itens: sigilo de alocação e mascaramento dos resultados. Apesar de três estudos<sup>11-13</sup> relatarem que foram randomizados não houve descrição do método utilizado. Os outros dois<sup>10,14</sup> foram pontuados com alto risco de viés, pois um estudo<sup>10</sup> descreveu a alocação dos sujeitos através de sorteio e o outro<sup>14</sup> não citou o uso de geração de sequência aleatória.

O cegamento dos participantes foi citado, porém não descrito por dois estudos<sup>13,14</sup>. Os demais estudos<sup>10-12</sup> não relatam cegamento.

Um estudo<sup>11</sup> relatou a perda de 14 voluntários (25,9%) numa amostra de 40 indivíduos e não realizou análise por intenção de tratar. Outro estudo<sup>14</sup> não descreveu a perda de 2 sujeitos (14,2%) da amostra de 14 indivíduos, sendo estas identificadas através dos resultados, mas esses autores afirmaram a manutenção do diário de treino por 80% dos participantes. A aderência ao protocolo de treino foi relatada por apenas um estudo<sup>12</sup> sendo considerada alta pelo autor. Nos demais trabalhos<sup>10,13</sup> não foram descritos perdas ou abandono durante o treinamento.

Todos os estudos avaliaram o desfecho força muscular inspiratória (FMI) através da pressão inspiratória máxima (PIM) obtida por manovacuometria. Os autores de três estudos<sup>10-12</sup> foram contactados para obter os dados de PIM em forma de média e desvio-padrão. Dois destes<sup>11,12</sup> relataram seus resultados de forma gráfica e o outro estudo<sup>10</sup> descreveu seletivamente os seus resultados não relatando os valores de FMI avaliados após o período de intervenção, apesar de descrever em sua metodologia a mensuração da força respiratória antes da intervenção e durante o ajuste de intensidade de carga.

O desfecho qualidade de vida não foi avaliado por nenhum dos estudos selecionados. Dois estudos<sup>12,13</sup> avaliaram a aptidão cardiopulmonar através do consumo de oxigênio de pico ( $VO_2$  pico) obtido por teste ergoespirométrico encontrando diferenças significativas entre os grupos controle e intervenção (Tabela 2).

LEGENDAS	
	Baixo risco de viés
	Risco obscuro de viés
	Alto risco de viés

	Randomização (viés de seleção)	Sigilo de alocação (viés de seleção)	Cegamento dos participantes e avaliadores (viés de execução)	Mascaramento da avaliação do resultado (viés de detecção)	Dados incompletos ou perdas (viés de seguimento)	Descrição seletiva do desfecho (viés de publicação)
CEBRIÀ I IRANZO 2013						
SILVA 2012						
FONSECA 2010						
WATSFORD 2008						
AZNAR-LAIN 2007						

Figura 02. Avaliação metodológica segundo o *Cochrane Collaboration Reviewer's Handbook*, versão 5.1.0.

A função pulmonar foi avaliada através de espirometria apenas por dois estudos<sup>11,12</sup>, no entanto um deles<sup>11</sup> utilizou os achados para caracterização de sua amostra não reavaliando a função pulmonar após o treinamento. O outro estudo<sup>12</sup> avaliou os dados de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório

forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), pico de fluxo expiratório (PFE) e ventilação voluntária máxima (VVM) com diferenças significativas entre-grupos na CVF e intra-grupos no PFE e VVM.

A *endurance* da musculatura respiratória foi avaliada por 2 estudos<sup>11,12</sup>. Um deles<sup>12</sup> mensurou a *endurance* muscular respiratória através da VVM e por um instrumento específico (Power-lung RM training) que realizava aumentos progressivos da carga inspiratória onde a máxima intensidade de carga sustentada durante 2 minutos de respiração representava a *endurance* muscular. Os valores de *endurance* muscular após o período de treinamento só apresentaram diferenças entre os grupos controle e intervenção quando avaliados por aumentos progressivos de carga. O outro estudo<sup>11</sup> não encontrou diferenças nos valores de *endurance* obtidos pela realização da VVM, apresentando seus achados pós intervenção de forma gráfica sem citar o desvio padrão da média dos grupos.

Quanto aos efeitos adversos apenas um estudo<sup>11</sup> citou a presença de sensação de dispnéia relatada por cerca de 47,4% dos voluntários durante a sessão de treinamento avaliada de um questionário elaborado especificamente para este fim. Apesar do instrumento utilizado não ser validado para população estudada, os sujeitos possuíam nível cognitivo adequado, avaliado através do mini-exame do estado mental<sup>19</sup>, para responder as perguntas elaboradas.

Os resultados dos desfechos primários, secundário e adversos foram expressos para cada um dos estudos incluídos (Tabela 2).

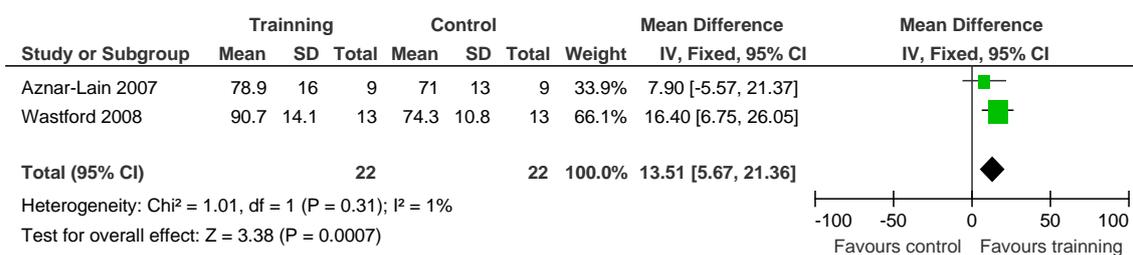
**Tabela 2.** Resultados dos defechos avaliados

Autor, Ano e País	Força Muscular Inspiratória Pimax (cmH <sub>2</sub> O) (média±DP)	Qualidade de vida (média±DP)	Aptidão cardiopulmonar VO <sub>2</sub> pico (mL/Kg/min) (média±DP)	Endurance da musculatura respiratória VVM (L/min) (média±DP)	Provas de Função Pulmonar (média±DP)	Efeitos Adversos
Cebrià i Iranza et al, 2013 Espanha	GT= 36,6±14,8 GC= 34,5±14,1 (p=0,637)	*	*	GT= 32,2± * GC= 31,6± * (p=0,49)	*	Dispnéia durante TMI 47,4% voluntários
Silva et al, 2012 Brasil	GT= 89,3±24,6 GC= 96,0±26,1 (p=0,015)	*	*	*	*	*
Fonseca et al, 2010 Brasil	*	*	*	*	*	*
Watsford et al, 2008 Austrália	GT= 90,7±14,1 GC= 74,3± 10,8 (p<0,01)	*	GT= 16,4±1,8 GC= 15,7±1,8 (p<0,05)	GT= 77,4±14 GC= 69,3±7,1 (p>0,05)	<b>CVF (L)</b> GT= 3,19±0,37 GC= 3,14±0,4 (p<0,05) <b>VEF<sub>1</sub> (L)</b> GT= 2,25±0,28 GC= 2,26±0,35 (p>0,05) <b>PFE (L/min)</b> GT= 5,63±1,11 GC= 5,26±0,93 (p>0,05)	*
Aznar-Lain et al, 2007 Espanha	GT= 78,9±16 GC= 71,0±13 (p<0,05)	*	GT= 25±3,3 GC= 20,8±2,7 (p>0,05)	*	*	*

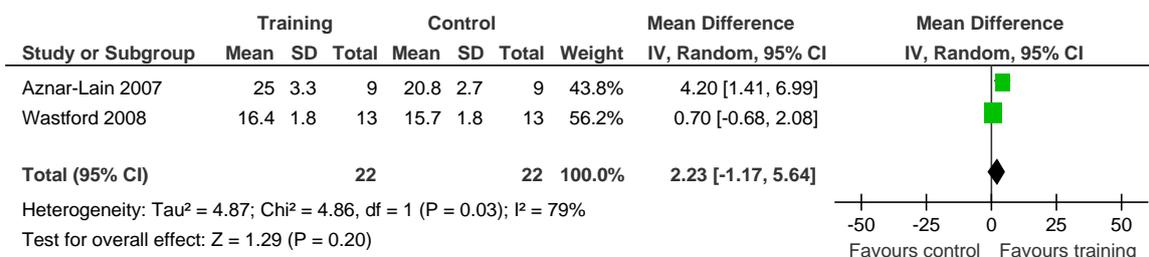
GT: grupo treinamento; GC: grupo controle; Pimax: pressão inspiratória máxima; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VVM: ventilação voluntária máxima; TMI: treinamento muscular inspiratório; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; PFE: pico de fluxo expiratório; \* dado não apresentado no estudo.

## Síntese Quantitativa

Após análise dos dados foi possível realizar 2 metanálises. A primeira envolvendo o desfecho força muscular inspiratória com a inclusão de 2 estudos<sup>12,13</sup> e a segunda para verificar o efeito do TMI sobre o desfecho aptidão cardiopulmonar também com dois estudos<sup>12,13</sup> inclusos.



**Figura 3.** Forest plot: Comparação grupo treinamento x grupo controle sobre o desfecho força muscular inspiratória.



**Figura 4.** Forest plot: Comparação grupo treinamento x grupo controle sobre o desfecho aptidão cardiopulmonar.

## DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática é a primeira a avaliar a eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a força muscular inspiratória e qualidade de vida na população idosa. De acordo com os achados desta revisão houve um aumento de aproximadamente 14 cmH<sub>2</sub>O na força muscular inspiratória no grupo que realizou o treinamento, o que demonstra a existência de benefício para o desfecho força muscular inspiratória no grupo treinado. Não foi possível incluir todos os estudos na metanálise devido à presença de heterogeneidade entre eles.

A qualidade de vida não foi avaliada por nenhum dos estudos selecionados mostrando uma lacuna na literatura vigente sobre esse desfecho crítico, importante, funcional e de fácil avaliação.

Dois estudos<sup>12,13</sup> avaliaram a aptidão cardiopulmonar de maneira semelhante, através do aumento do VO<sub>2</sub> pico, sendo possível combiná-los para uma análise estatística. Os achados encontrados nessa revisão não revelaram diferenças entre os grupos. O que implica em uma ausência de evidência para sugerir um efeito benéfico do treinamento sobre a aptidão cardiopulmonar em idosos. Ao mesmo tempo em que tais resultados mostram uma ausência de evidência a metanálise aponta uma alta heterogeneidade o que compromete a consistência desses achados e portanto os resultados encontrados devem ser analisados com cautela.

A evidência encontrada sobre eficácia do TMI para os desfechos *endurance* da musculatura respiratória e função pulmonar foi inconsistente. E, apesar dos resultados benéficos do TMI em diferentes populações<sup>17,20</sup> é preciso questionar-se sobre os efeitos adversos desta intervenção e considerar a opinião dos indivíduos treinados tornando-os ativos no processo de elaboração do grau e direção da recomendação do tratamento. Nesta revisão, um único estudo<sup>11</sup> apresentou os efeitos adversos relatados pelos participantes durante a realização do treinamento e mostrou que uma parte dos voluntários referiu sensação de dispnéia durante a sessão de treinamento.

Uma revisão sistemática ultrapassa a mera exposição da eficácia de uma intervenção, seu objetivo também é avaliar o rigor metodológico dos estudos envolvidos para respaldar a veracidade ou não dos achados encontrados.

Portanto, na presente revisão, foi possível observar após busca transparente e minuciosa dos estudos com os melhores níveis de evidência, que ainda existe um inadequado rigor metodológico na maioria dos estudos incluídos.

Todos os estudos incluídos nesta revisão não citaram o sigilo de alocação e a maioria dos trabalhos não realizou a randomização ou o fez de forma inadequada, o que pode interferir nos resultados. Visto que a melhor maneira de minimizar o viés de seleção, certificando o efeito do tratamento, é a realização adequada do processo de randomização e sigilo de alocação<sup>21,22</sup>, o efeito do tratamento pode ter sido superestimado nesses estudos. Portanto, é possível que a eficácia do TMI seja menor em trabalhos nos quais a randomização e o sigilo na alocação são bem feitos.

O mascaramento é tão necessário quanto à randomização, pois diminui a probabilidade de que expectativas dos investigadores quanto ao benefício do tratamento sejam transferidas aos participantes<sup>23</sup>. Dos estudos incluídos nesta revisão apenas dois<sup>13,14</sup> citaram o mascaramento, ambos realizaram um protocolo placebo no grupo controle usando um dispositivo similar ao do grupo treinamento exceto pela intensidade de carga aplicada, no entanto o processo de cegamento dos avaliadores não foi descrito por nenhum deles. Os estudos incluídos não citaram mascaramento da avaliação dos resultados.

Nenhum dos estudos envolvidos nesta revisão realizou a análise por intenção de tratar apesar das perdas observadas<sup>14</sup> ou descritas<sup>11</sup> durante o protocolo de treinamento. A ausência desta análise pode superestimar o efeito clínico do tratamento<sup>24</sup> por não preservar a similaridade entre os grupos.

Em um estudo<sup>10</sup> os valores de força muscular inspiratória não foram descritos nos resultados, a despeito da avaliação deste desfecho antes e durante a intervenção sendo considerado um viés pela descrição seletiva deste desfecho, o que impossibilitou sua inclusão na metanálise realizada.

O treinamento com carga linear garante a mesma intensidade de exercício durante as sessões sendo realizado por diversos autores<sup>25-28</sup>. Todos os estudos incluídos utilizaram dispositivos com carga linear ajustável, no entanto a intensidade, frequência semanal e duração de treinamento dos estudos variaram consideravelmente mas, apesar da heterogeneidade o treinamento foi realizado no mínimo 3 vezes por semana durante pelo menos 6 semanas com uma intensidade de carga superior a 30% da Pimax.

Além da baixa qualidade metodológica dos ensaios também foi detectado inexistência de cálculo amostral na maioria dos estudos e heterogeneidade prévia da população estudada o que implica na fidedignidade dos resultados encontrados.

A prática baseada em evidência determina o uso consciente da evidência científica para orientar a escolha do tratamento aliado à experiência prática e a escolha da paciente<sup>29</sup>. Nesse sentido, essa revisão demonstrou um aumento na força muscular inspiratória no grupo treinado sugerindo ser uma alternativa suplementar ao treino dos músculos periféricos que minimiza os efeitos da senescência sobre a força muscular inspiratória em idosos com efeitos adversos mínimos, no entanto esses resultados precisam ser investigados em estudos futuros.

## **CONCLUSÃO**

Com essa revisão foi possível observar que houve aumento da força muscular inspiratória no grupo treinamento para uma população de idosos com idade inferior a 80 anos em curto prazo. No entanto tais resultados devem ser avaliados com cautela devido às falhas metodológicas o que pode resultar em uma superestimação do efeito do tratamento. Não foram encontradas evidências consistentes sobre a eficácia da intervenção na qualidade de vida e seus possíveis efeitos adversos, bem como não foram observados efeitos do TMI sobre a aptidão cardiopulmonar, endurance da musculatura respiratória e função pulmonar.

Sendo assim, a partir dos resultados desta revisão sugere-se como implicações para a pesquisa o delineamento de ensaios clínicos que assegurem de forma adequada todo o processo de randomização e sigilo de alocação, bem como o controle das perdas, cegamento e um *follow up* de alguns meses para investigar os efeitos reais do treinamento muscular inspiratório em idosos e que os estudos futuros avaliem a qualidade de vida e os efeitos adversos da intervenção para apoiar seu uso como alternativa suplementar a outras formas de treino.

**Potencial Conflito de Interesses**

Não existe conflito de interesses. Nenhum dos autores participou dos estudos incluídos nesta revisão.

**Vinculação Acadêmica**

Este estudo está vinculado ao programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, apoiado pela concessão FACEPE APQ 0821-4.08/08, pelo CNPq e pela CAPES PROCAD /NF 791/09.

## REFERÊNCIAS

1. Maciel ACC, Guerra RO. Influência dos fatores biopsicossociais sobre a capacidade funcional de idosos residentes no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2007;10:178–89.
2. Copley SJ, Wells AU, Hawtin KE, Gibson DJ, Hodson JM, Jacques AET, et al. Lung morphology in the elderly: comparative CT study of subjects over 75 years old versus those under 55 years old. *Radiology*. 2009;251:566–73.
3. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *European respiratory journal*. 1999;13:197–205.
4. Zaugg M, Lucchinetti E. Respiratory function in the elderly. *Anesthesiology clinics of North America*. 2000;18:47–58, vi.
5. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011;12:249–56.
6. Tolep K, Kelsen SG. Effect of aging on respiratory skeletal muscles. *Clinics in chest medicine*. 1993;14:363–78.
7. Buchman AS, Boyle PA, Leurgans SE, Evans DA, Bennett DA. Pulmonary function, muscle strength, and incident mobility disability in elders. *Proceedings of the American Thoracic Society*. 2009;6:581–7.
8. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006;47:757–63.
9. Belman MJ, Gaesser GA. Ventilatory muscle training in the elderly. *Journal of applied physiology*. 1988;64:899–905.
10. Fonseca M de A, Cader SA, Dantas EHM, Bacelar SC, Silva EB da, Leal SM de O. Respiratory muscle training programs: impact on the functional autonomy of the elderly. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 2010;56:642–8.
11. Cebrià I Iranzo MDÀ, Arnall DA, Igual Camacho C, Tomás JM, Meléndez JC. Physiotherapy Intervention for Preventing the Respiratory Muscle Deterioration in Institutionalized Older Women with Functional Impairment. *Archivos de bronconeumologia*. 2013;49:1–9.

12. Watsford M, Murphy A. The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. *Journal of aging and physical activity*. 2008;16:245–60.
13. Aznar-Lain S, Webster AL, Cañete S, San Juan AF, López Mojares LM, Pérez M, et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: a randomized controlled pilot trial. *International journal of sports medicine*. 2007;28:1025–9.
14. Silva M dos S, Martins AC, Cipriano G, Ramos LR, Lopes GS. Inspiratory training increases insulin sensitivity in elderly patients. *Geriatrics & gerontology international*. 2012;12:345–51.
15. Higgins J, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [atualizado em Março 2011]*. The Cochrane Collaboration [Internet]. 2011; Available from: [www.cochrane-handbook.org](http://www.cochrane-handbook.org).
16. Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Physical therapy*. 2011;91:894–905.
17. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, Campos F do A, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics*. 2011;66:1721–7.
18. Hill K, Cecins NM, Eastwood PR, Jenkins SC. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a practical guide for clinicians. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91:1466–70.
19. Fleck MP, Louzada S, Xavier M, Chachamovich E, Vieira G, Santos L, et al. Application of the Portuguese version of the abbreviated instrument of quality life WHOQOL-bref. *Revista de saúde pública*. 2000;34:178–83.
20. Gosselink R, De Vos J, Van Den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *The European respiratory journal*. 2011;37:416–25.
21. Altman DG, Schulz KF. Statistics notes: Concealing treatment allocation in randomised trials. *BMJ*. 2001;323:446–7.
22. Altman DG, Bland JM. Statistics notes. Treatment allocation in controlled trials: why randomise? *BMJ*. 1999;318:1209.
23. Day SJ, Altman DG. Statistics notes: blinding in clinical trials and other studies. *BMJ*. 2000;321:504.

24. Montori VM, Guyatt GH. Intention-to-treat principle. *Canadian Medical Association journal*. 2001;165:1339–41.
25. Bosnak-Guclu M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respiratory medicine*. 2011;105:1671–81.
26. Cader SA, de Souza Vale RG, Zamora VE, Costa CH, Dantas EHM. Extubation process in bed-ridden elderly intensive care patients receiving inspiratory muscle training: a randomized clinical trial. *Clinical interventions in aging*. 2012;7:437–43.
27. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Critical care*. 2011;15:R84.
28. Silva VG da, Amaral C, Monteiro MB, Nascimento DM do, Boschetti JR. Effects of inspiratory muscle training in hemodialysis patients. *Jornal brasileiro de nefrologia*. 2011;33:62–8.
29. Borry P, Schotsmans P, Dierickx K. Evidence-based medicine and its role in ethical decision-making. *Journal of evaluation in clinical practice*. 2006;12:306–11.

**ARTIGO 2:** Envelhecimento e cinemática toracoabdominal: mudanças na distribuição dos volumes da caixa torácica como estratégia ventilatória em diferentes resistências inspiratórias.

Será submetido ao:

## **Journal of Applied Physiology**

**Qualis: A1 na área 21 da CAPES**

**Fator de impacto: 3.7**

**TÍTULO:**

Envelhecimento e cinemática toracoabdominal: mudanças na distribuição dos volumes da caixa torácica como estratégia ventilatória em diferentes esforços inspiratórios.

**AUTORES:**

Souza, Helga Cecilia Muniz\* (PT)

Rocha, Taciano Dias de Souza\* (PT)

Ribeiro, Rhayssa Raquel\* (PT)

Rattes, Catarina\* (PT)

Campos, Lima Shirley\* (PhD)

Dornelas de Andrade, Arméle\* (PhD)

\* Laboratório de Fisioterapia e Fisiologia Cardiopulmonar, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Pernambuco, Brasil.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar o padrão ventilatório e a cinemática toracoabdominal durante a respiração tranqüila, respiração com resistência inspiratória moderada e esforços inspiratórios máximos em idosos. **MÉTODOS:** Trata-se de um estudo observacional composto por 22 idosos. Foi realizado a avaliação da distribuição compartimental do volume da caixa torácica através da pletismografia optoeletrônica (POE) durante a respiração tranqüila (RT), respiração com resistência inspiratória (RRI) e aferição da pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max). Foram registrados: volume corrente durante a RT e RRI, volume da caixa torácica no momento de aferição da P<sub>I</sub>max, porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar (%VC<sub>ctp</sub>), abdominal (%VC<sub>cta</sub>) e do abdome (%VC<sub>ab</sub>) nas três situações. **RESULTADOS:** A %VC<sub>ab</sub> foi predominante durante a RT contribuindo 50% em relação aos demais ( $p < 0,001$ ). Durante a RRI, a %VC<sub>ab</sub> (40%) e %VC<sub>ctp</sub> (35%) foram semelhantes. Na aferição da P<sub>I</sub>max o %VC<sub>ctp</sub> foi preponderante com 50% de contribuição ( $p < 0,001$ ) em relação aos outros compartimentos. O padrão ventilatório observado durante a RT sofreu alterações durante a RRI. **CONCLUSÃO:** O compartimento abdominal predominou durante o repouso sendo redistribuído para a caixa torácica abdominal durante o exercício moderado associado a uma respiração mais lenta e profunda. No entanto durante a manobra de aferição da P<sub>I</sub>max a caixa torácica se revela mais atuante.

**Palavras-chaves:** função respiratória, envelhecimento e pletismografia.

## INTRODUÇÃO

Com o processo de envelhecimento o organismo sofre alterações anatômicas e fisiológicas que levam ao declínio de suas funções. No sistema respiratório, peculiaridades inerentes à idade também são encontradas, desenvolvendo o “pulmão senil” ou “pulmão senescente”<sup>1</sup>. No pulmão senil a superfície de troca gasosa e o recolhimento elástico alveolar reduzem gerando alterações nas capacidades pulmonares e no aporte gasoso<sup>2,3</sup>. No idoso o desempenho dos músculos respiratórios diminui devido à sarcopenia e alteração de fibras musculares o que leva ao decréscimo da produção de força máxima<sup>4</sup>. Associado a perda de força respiratória ocorre perda da complacência torácica conseqüente da calcificação das cartilagens costais, junção costo-vertebral e diminuição dos espaços intercostais<sup>5,6</sup>. Todas essas mudanças prejudicam o trabalho respiratório do idoso, reduzindo sua capacidade funcional<sup>7</sup>.

As alterações respiratórias encontradas no sistema senil já estão bem documentadas na literatura<sup>3,8</sup> mas, as repercussões e os mecanismos de adaptação lançados pelo organismo para superar as transformações ocorridas ainda não estão totalmente elucidados. Os estudos que avaliaram a função pulmonar em idosos geralmente utilizam dados espirométricos<sup>9</sup> ou de força muscular<sup>10</sup>.

A avaliação do padrão ventilatório e do movimento toracoabdominal através da pletismografia optoeletrônica (POE) tem surgido como uma ferramenta útil para avaliar o padrão ventilatório e as alterações sofridas em diferentes situações<sup>11,12</sup>. A POE é capaz de registrar cada ciclo respiratório individualmente em tempo real tornando possível a avaliação do padrão respiratório e a contribuição de cada compartimento da parede torácica (caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdome) no volume pulmonar<sup>13</sup>.

Essa nova abordagem na avaliação do sistema respiratório em idosos parece ser necessária para diferenciar as mudanças fisiológicas advindas com o envelhecimento daquelas alterações adquiridas pelo comprometimento da função respiratória. No entanto, os estudos que averiguaram os efeitos da senescência no padrão ventilatório e sobre a cinemática toracoabdominal através da POE<sup>14</sup> são escassos.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o padrão ventilatório e a cinemática toracoabdominal durante a respiração tranqüila, respiração com moderada resistência inspiratória aplicada e durante a aferição da pressão inspiratória máxima em idosas.

## **MÉTODOS**

### **Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo observacional aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE nº 457/11). A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no período de agosto a dezembro de 2012.

A distribuição compartimental dos volumes da caixa torácica das voluntárias foi avaliada em 3 situações distintas: durante 3 minutos de respiração tranqüila (RT), 3 minutos de respiração com moderada resistência inspiratória (RRI) e durante a realização de 2 manobras de aferição da pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max). Após esclarecimento acerca do estudo, todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

### **Participantes**

Foram incluídas mulheres com idade entre 60 e 80 anos, capazes de deambular sem auxílio e com integridade cognitiva avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM). Os critérios de exclusão foram: contra indicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, força muscular respiratória menor que 70% do predito<sup>15</sup>, tabagistas, presença de instabilidade hemodinâmica (frequência cardíaca maior que 150 bpm, ou pressão arterial sistólica maior que 140 mmHg ou pressão arterial diastólica maior que 90 mmHg), doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas e usuárias de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou na força muscular.

## **Protocolo Experimental**

Os dados antropométricos, demográficos e clínicos foram coletados e foi avaliado o nível de atividade física através de um instrumento de autorrelato adaptado para população brasileira - o Perfil de Atividade Humana (PAH)<sup>15</sup> para caracterização da amostra. As participantes foram familiarizadas com a respiração com moderada resistência inspiratória através de sessões supervisionadas dias antes de realizar os procedimentos de avaliação garantindo a correta realização da técnica. A avaliação foi realizada em dois momentos: primeiro foram obtidos os dados espirométricos e de força muscular respiratória e em seguida foi realizada a avaliação da distribuição compartimental do volume da caixa torácica através da pletismografia optoeletrônica.

## **Provas de função pulmonar**

Foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra) que registrou o melhor valor da capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), fluxo expiratório forçado 25-75% ( $FEF_{25-75\%}$ ) e a relação  $VEF_1/CVF$  após 3 manobras aceitáveis, sendo considerados os valores de referência para população brasileira adulta<sup>16</sup>.

## **Força muscular respiratória**

A mensuração da pressão inspiratória máxima ( $P_{Imax}$ ) e da pressão expiratória máxima ( $P_{Emax}$ ) foi realizada através de um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil) a partir do volume residual e capacidade pulmonar total respectivamente<sup>17</sup>. Foram realizadas no mínimo cinco medidas, até serem obtidas três medidas aceitáveis e reprodutíveis, isto é, sem vazamento de ar e com diferença inferior a 10% entre elas, sendo registrado o maior valor obtido<sup>18</sup>.

## **Respiração com resistência inspiratória (RRI)**

As idosas realizaram a RRI sentadas e foram previamente orientadas a respirar calmamente mantendo um ritmo ventilatório regular. Durante o teste, não

foi dado incentivo ou instruções verbais. A respiração com moderada resistência inspiratória foi realizada através de um dispositivo de treino inspiratório resistido, o Threshold<sup>®</sup>IMT (Respironics, NJ, Estados Unidos), utilizado para treinamento muscular inspiratório em indivíduos saudáveis<sup>19,20</sup> e em diversas patologias<sup>21,22</sup>. Este dispositivo foi acoplado nas voluntárias através de um bocal com os narizes ocluídos por clipe nasal. A RRI teve duração de três minutos ininterruptos<sup>23</sup>, com uma carga resistiva fixada em 40% P<sub>I</sub>max individual aferida durante a avaliação inicial da voluntária. Durante a expiração não houve resistência e a frequência respiratória não foi imposta.

### **Pletismografia optoeletrônica (POE)**

Para avaliar a cinemática toracoabdominal foi realizada a pletismografia optoeletrônica (BTS Bioengineering, Itália) com as voluntárias sentadas sem encosto através de 89 marcadores infravermelhos reflexivos colocados no tronco das pacientes, a localização dos marcadores foi determinada por referências anatômicas na região anterior e posterior do tórax e abdome. Os marcadores foram colocados sobre a pele usando adesivos hipoalergênicos. Oito câmeras de infravermelho (quatro na frente e quatro atrás do sujeito) traçaram as coordenadas tridimensionais destes marcadores para calcular os volumes de distribuição toracoabdominal através da triangulação da superfície<sup>24</sup>. O volume da caixa torácica foi dividido em 3 compartimentos: volume corrente da caixa torácica pulmonar (VC<sub>ctp</sub> - porção da caixa torácica em contato com os pulmões), volume corrente da caixa torácica abdominal (VC<sub>cta</sub> - porção da caixa torácica em contato com o diafragma) e volume corrente do abdome (VC<sub>ab</sub>) sendo a soma desses três volumes denominado volume corrente da parede torácica (VC<sub>pt</sub>)<sup>13</sup> (Figura 1). Os dados foram obtidos em 3 situações com intervalo de 5 minutos entre elas: durante 3 minutos de respiração tranquila (RT), 2 manobras de aferição da pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max) (Figura 1) e durante 3 minutos de respiração com moderada resistência inspiratória (RRI) através do dispositivo Threshold<sup>®</sup>IMT sempre na mesma sequência de avaliação. Foram registrados os seguintes parâmetros: volume corrente da parede torácica durante a RT e RRI, volume da caixa torácica no momento de aferição da P<sub>I</sub>max, porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar (%VC<sub>ctp</sub>),

porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal ( $\%VC_{cta}$ ) e porcentagem de contribuição do abdome ( $\%VC_{ab}$ ) nas três situações. Também foi mensurado o volume expiratório final da parede torácica ( $V_{ef_{pt}}$ ), volume inspiratório final da parede torácica ( $V_{if_{pt}}$ ), frequência respiratória (FR), tempo inspiratório ( $T_i$ ), tempo expiratório ( $T_e$ ), tempo total do ciclo respiratório ( $T_{tot}$ ) e trabalho respiratório (TR) durante a RT e RRI.

### **Análise Estatística**

Os resultados das características iniciais da amostra e análise estatística dos dados foram expressos em média e desvio padrão (DP). O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para avaliar a normalidade dos dados. Para comparação dos valores da porcentagem de contribuição dos da parede torácica na RT, RRI e P<sub>lmax</sub> foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman. Onde foi encontrada significância, as diferenças dentre as situações foram avaliadas através do Teste de Wilcoxon. Para avaliar a relação entre porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar durante a RRI ( $\%VC_{ctpRRI}$ ) e a porcentagem de contribuição do abdome durante a manobra da P<sub>lmax</sub> ( $\%VC_{abP_{lmax}}$ ) foi utilizado o teste de correlação de Spearman. A análise foi conduzida pelo programa SPSS para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) sendo estabelecido um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

Foram incluídas no estudo 22 idosas, os dados antropométricos, valores de espirometria e força muscular respiratória estão expostos na Tabela 1.

### **Cinemática toracoabdominal em repouso, com resistência inspiratória moderada e durante aferição da pressão inspiratória máxima**

A  $\%VC_{ab}$  predominou na distribuição compartimental da parede torácica durante a RT ( $p < 0,001$ ). Durante a RRI os valores de  $\%VC_{ctp}$  e  $\%VC_{ab}$  foram semelhantes ( $p = 0,249$ ) sendo observado a menor contribuição da  $\%VC_{cta}$  na distribuição compartimental da parede torácica. Conforme a Figura 2, na manobra de aferição da P<sub>lmax</sub> houve preponderância da  $\%VC_{ctp}$  na distribuição

compartimental da parede torácica seguida da  $\%VC_{ab}$  e  $\%VC_{cta}$  respectivamente ( $p < 0,001$ ).

### **Alterações no padrão ventilatório e na cinemática toracoabdominal**

As variáveis relacionadas ao padrão ventilatório na RT e durante a RRI estão expostas na Tabela 2. Em relação à contribuição da caixa torácica pulmonar, foi observado o maior valor durante a aferição da P<sub>I</sub>max ( $50,0 \pm 4,9$ ) seguido da RRI ( $p < 0,001$ ) e da RT ( $p < 0,001$ ). As maiores contribuições do abdome foram durante a manobra de P<sub>I</sub>max ( $33,6 \pm 4,3$ ), RT ( $p = 0,002$ ) e RRI ( $p < 0,001$ ) respectivamente. No entanto, a contribuição da caixa torácica abdominal durante a RRI foi superior ( $p = 0,006$ ) à encontrada durante a aferição da P<sub>I</sub>max ( $16,36 \pm 2,4$ ). A contribuição da caixa torácica abdominal durante a aferição da P<sub>I</sub>max e RT foram semelhantes.

### **Correlação entre o distribuição compartimental durante a RRI e aferição da P<sub>I</sub>max**

Uma correlação negativa ( $r = -0,700$  e  $p < 0,001$ ) entre a contribuição da caixa torácica pulmonar na RRI e contribuição abdominal durante a aferição da P<sub>I</sub>max foi observada (Figura 3). Não houve correlações entre as contribuições da caixa torácica pulmonar, abdominal e abdômen durante a RRI e P<sub>I</sub>max com a P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max.

## **DISCUSSÃO**

Nossos resultados revelaram uma alteração do padrão ventilatório e na distribuição do volume pulmonar havendo uma correlação negativa entre a contribuição da caixa torácica pulmonar na RRI e contribuição abdominal durante a aferição da P<sub>I</sub>max. Por tratar-se de uma amostra sem alterações espirométricas e sem fraqueza da musculatura respiratória com nível de atividade física moderado, ou seja, sem limitações clínicas prévias, as alterações encontradas ficaram restritas ao processo de envelhecimento.

Durante a respiração em repouso, observamos uma maior contribuição do compartimento abdominal das voluntárias sentadas sem encosto. Diferente dos nossos resultados, um estudo realizado com adultos saudáveis observou através

da POE maior contribuição da caixa torácica na posição sentada em relação ao abdome<sup>28</sup>. Porém, um trabalho<sup>14</sup> observou maior contribuição do abdome durante a respiração tranqüila em 24 idosos e outro estudo<sup>26</sup> ao avaliar a influência da idade no padrão ventilatório e movimento toracoabdominal em saudáveis mostrou resultados semelhantes aos nossos achados, embora ambos tenham utilizado a pletismografia de indutância com os voluntários posicionados em decúbito dorsal mantendo um inclinação torácica de 0°.

Ao investigar os efeitos da postura e do gênero no movimento tóracoabdominal e padrão de respiração de homens e mulheres saudáveis através da POE, um estudo<sup>27</sup> observou que durante a respiração tranqüila o aumento da inclinação do tronco determina uma redução no deslocamento da caixa torácica, volume corrente e ventilação minuto em ambos os sexos além de um aumento progressivo da contribuição abdominal nas mulheres. Considerando que o movimento torácico diminui com a idade<sup>29</sup>, sugerimos que a contribuição abdominal parece predominar em idosas durante a respiração tranqüila independente da posição adotada como resposta de adaptação à diminuição de complacência da caixa torácica reduzindo a variação de volume neste compartimento.

Ao considerarmos o uso da resistência inspiratória a contribuição da caixa torácica pulmonar foi semelhante àquela observada durante a respiração tranqüila, no entanto a contribuição da caixa torácica abdominal aumentou em detrimento do abdome. Essa regularidade de padrão da caixa torácica pulmonar durante a RRI com a redistribuição de volume limitada ao compartimento torácico inferior reforça nossa hipótese que a redução da mobilidade torácica na população senil altera a cinética toracoabdominal onde esforços moderados se tornam insuficientes para sobrepor as forças resistivas do tórax. Também observamos que o padrão ventilatório durante a RRI é alterado havendo um aumento no volume corrente, tempo inspiratório e no trabalho respiratório associado à diminuição da freqüência respiratória com um tempo expiratório inalterado. Esses achados sugerem que a respiração se torna mais profunda e lenta para vencer uma resistência imposta, e apesar do trabalho respiratório estar aumentado, o padrão ventilatório adotado difere do modelo preditor de fadiga dos músculos respiratórios onde a respiração se torna rápida e superficial<sup>30</sup>. Sendo assim, as alterações encontradas no padrão ventilatório e

cinética toracoabdominal durante a respiração com resistência inspiratória na idosa parecem atuar como estratégia ventilatória benéfica.

Illi e cols. (2011) verificaram que sujeitos jovens quando submetidos a um protocolo de treinamento respiratório com hiperpnéia normocápnica aumentam o volume corrente em relação à respiração tranqüila, mas permanecem com a mesma distribuição inicial de volume com predominância do compartimento da caixa torácica pulmonar. A prevalência da caixa torácica pulmonar também foi observada por Hostettler e cols. (2011) ao avaliar 12 jovens durante 3 minutos de RRI. Outro estudo<sup>32</sup> ao avaliar 15 adultos saudáveis durante um exercício de bicicleta com carga incremental através da POE encontrou predominância da caixa torácica sem diferença entre os sexos.

Durante a aferição da P<sub>I</sub>max, a cinética toracoabdominal revelou um comportamento diferente daquele encontrado na respiração tranqüila e durante a RRI. Neste momento da avaliação houve maior contribuição da caixa torácica pulmonar exibindo um padrão semelhante ao encontrado por Illi e cols. (2011) na respiração tranqüila e durante a RRI em 13 adultos saudáveis. Alguns estudos<sup>25,33</sup> demonstraram que a contribuição abdominal está fortemente relacionada com a mobilidade diafragmática e, como a aferição da P<sub>I</sub>max é realizada com uma contração isométrica máxima do diafragma com pouca alteração de volume<sup>34</sup> associada ao uso da musculatura torácica e acessória, parece que apesar do abdome predominar no padrão ventilatório do idoso durante o repouso e exercício de moderada intensidade, os músculos costais sobrepõem as forças resistivas da caixa torácica quando esforços máximos são requisitados, a exemplo da avaliação da P<sub>I</sub>max.

Foi observado uma forte correlação negativa da contribuição abdominal durante a RRI com a contribuição da caixa torácica pulmonar na aferição da P<sub>I</sub>max ou seja, parece que quanto menor a contribuição do abdômen na cinética toracoabdominal nos esforços moderados, maior será a predominância da caixa torácica pulmonar quando maiores cargas forem solicitadas, assemelhando-se ao padrão observado durante a aferição da P<sub>I</sub>max. Recentemente um estudo<sup>35</sup> ao realizar um protocolo de 1 hora de hiperpnéia normocápnica com volume constante em 10 adultos saudáveis encontrou um decréscimo da contribuição abdominal a partir da metade do teste com aumento concomitante da contribuição da caixa torácica pulmonar, sendo que a medida que a contribuição

da caixa torácica aumentava, o volume inspiratório final diminuía sugerindo fadiga iminente dos músculos costais inspiratórios. Esse estudo sugere que o padrão abdominal encontrado nos idosos pode ser uma estratégia protetora e, que a cinética toracoabdominal observada durante esforços máximos não deve ser adotada por longos períodos, visto que sua continuidade parece predispor o desenvolvimento de fadiga dos músculos respiratórios em idosos.

## **LIMITAÇÕES**

Não foi possível estratificar os grupos por idade (60-69 anos e acima de 69 anos). Apesar dessa limitação essa pesquisa contribuiu para explorar as peculiaridades do padrão ventilatório e da cinética toracoabdominal de idosos durante diversas demandas ventilatórias.

## **CONCLUSÃO**

O presente estudo demonstrou que o compartimento abdominal predominou durante o repouso sendo redistribuído para a caixa torácica abdominal durante a respiração com resistência inspiratória moderada associado a uma respiração mais lenta e profunda. No entanto, quando esforços inspiratórios máximos são requisitados a caixa torácica se revela mais atuante. Esses achados podem ser úteis para avaliação clínica e durante intervenções na população senil.

### **Conflito de interesse**

Não existentes.

### **Financiamento**

Esta pesquisa foi apoiada pela concessão FACEPE APQ 0821-4.08/08, pelo CNPq e pela CAPES PROCAD /NF 791/09.

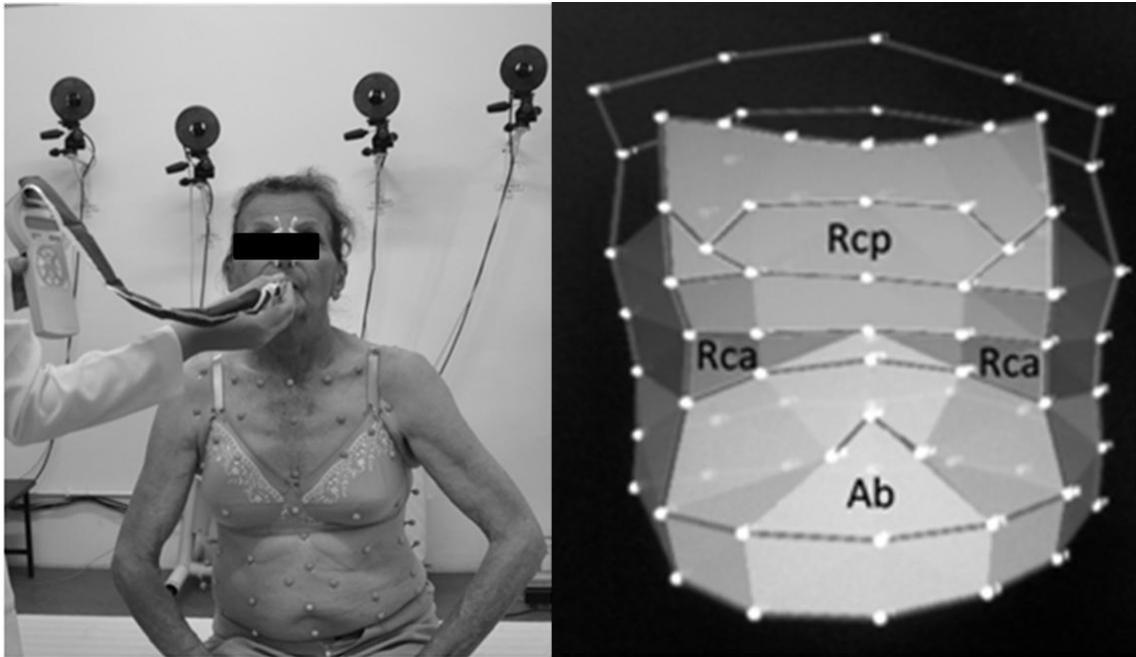
## REFERÊNCIAS

1. Fukuchi Y. The aging lung and chronic obstructive pulmonary disease: similarity and difference. *Proceedings of the American Thoracic Society*. 2009 Dec 1;6(7):570–2.
2. Copley SJ, Wells AU, Hawtin KE, Gibson DJ, Hodson JM, Jacques AET, et al. Lung morphology in the elderly: comparative CT study of subjects over 75 years old versus those under 55 years old. *Radiology*. 2009 May;251(2):566–73.
3. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *European Respiratory Journal*. 1999 Jan;13(1):197–205.
4. Williams GN, Higgins MJ, Lewek MD. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. *Physical Therapy*. 2002 Jan;82(1):62–8.
5. Rossi A, Fantin F, Di Francesco V, Guariento S, Giuliano K, Fontana G, et al. Body composition and pulmonary function in the elderly: a 7-year longitudinal study. *International Journal of Obesity*. 2008 Sep;32(9):1423–30.
6. Chan ED, Welsh CH. Geriatric respiratory medicine. *Chest*. 1998 Dec;114(6):1704–33.
7. Zaugg M, Lucchinetti E. Respiratory function in the elderly. *Anesthesiology Clinics of North America*. 2000 Mar;18(1):47–58, vi.
8. Oyarzún M. Pulmonary function in aging. *Revista Médica de Chile*. 2009 Mar;137(3):411–8.
9. Scarlata S, Pedone C, Fimognari FL, Bellia V, Forastiere F, Incalzi RA. Restrictive pulmonary dysfunction at spirometry and mortality in the elderly. *Respiratory Medicine*. 2008 Sep;102(9):1349–54.
10. Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Gu L, Bienias JL, Bennett DA. Pulmonary function, muscle strength and mortality in old age. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2008 Nov;129(11):625–31.
11. Paisani D de M, Lunardi AC, Marques da Silva CCB, Porras DC, Tanaka C, Carvalho CRF. Volume rather than flow incentive spirometry is effective in improving chest wall expansion and abdominal displacement using optoelectronic plethysmography. *Respiratory Care*. 2013 Jan 17;
12. Wilkens H, Weingard B, Lo Mauro A, Schena E, Pedotti A, Sybrecht GW, et al. Breathing pattern and chest wall volumes during exercise in patients with cystic fibrosis, pulmonary fibrosis and COPD before and after lung transplantation. *Thorax*. 2010 Sep;65(9):808–14.

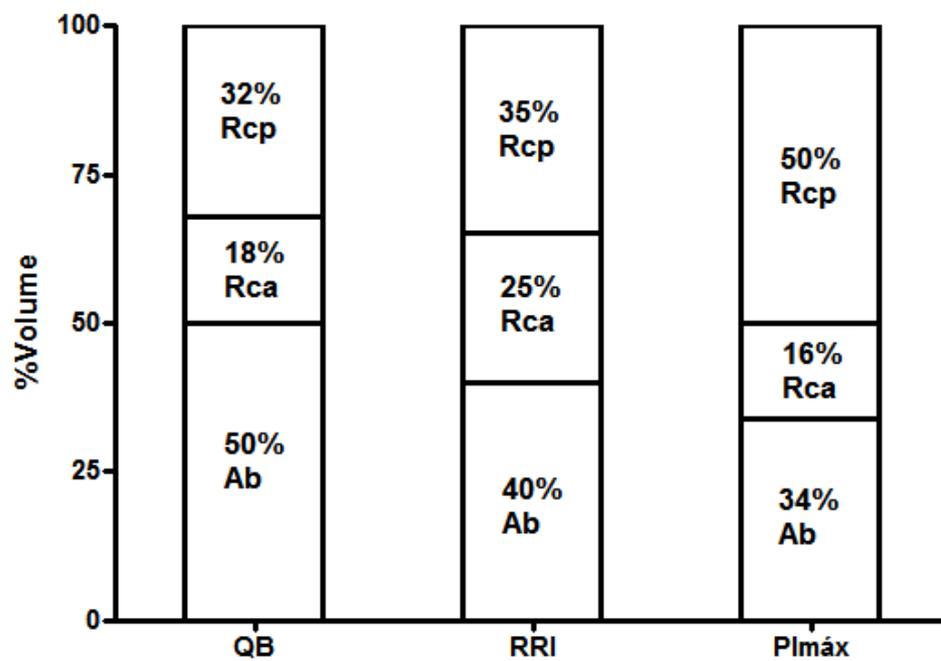
13. Parreira VF, Vieira DSR, Myrrh MAC, Pessoa IMBS, Lage SM, Britto RR. Optoelectronic plethysmography: a review of the literature. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2012 Nov 27;
14. Britto RR, Zampa CC, De Oliveira TA, Prado LF, Parreira VF. Effects of the aging process on respiratory function. *Gerontology*. 2009 Jan;55(5):505–10.
15. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*. 1999 Jun;32(6):719–27.
16. Souza AC, Magalhães L de C, Teixeira-Salmela LF. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile. *Cadernos de Saúde Pública*. 2006 Dec;22(12):2623–36.
17. Pereira CA de C, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2007 Aug;33(4):397–406.
18. Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respiratory Care*. 2009 Oct;54(10):1348–59.
19. Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2011 Jun;91(6):894–905.
20. Downey AE, Chenoweth LM, Townsend DK, Ranum JD, Ferguson CS, Harms CA. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2007 May 14;156(2):137–46.
21. Gosselink R, De Vos J, Van Den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *The European Respiratory Journal*. 2011 Feb;37(2):416–25.
22. Plentz RDM, Sbruzzi G, Ribeiro RA, Ferreira JB, Dal Lago P. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: meta-analysis of randomized trials. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2012 Aug;99(2):762–71.
23. De Andrade AD, Silva TNS, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Filho VCG, et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005 Dec;15(6):631–9.
24. Brandão DC, Lage SM, Britto RR, Parreira VF, De Oliveira WA, Martins SM, et al. Chest wall regional volume in heart failure patients during

- inspiratory loaded breathing. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2012 Mar 15;180(2-3):269–74.
25. Illi SK, Hostettler S, Mohler E, Aliverti A, Spengler CM. Compartmental chest wall volume changes during volitional normocapnic hyperpnoea. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2011 Aug 15;177(3):294–300.
  26. Parreira VF, Bueno CJ, França DC, Vieira DSR, Pereira DR, Britto RR. Breathing pattern and thoracoabdominal motion in healthy individuals: influence of age and sex. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2010;14(5):411–6.
  27. Romei M, Mauro A Lo, D'Angelo MG, Turconi AC, Bresolin N, Pedotti A, et al. Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2010 Jul 31;172(3):184–91.
  28. Kaneko H, Horie J. Breathing movements of the chest and abdominal wall in healthy subjects. *Respiratory Care*. 2012 Sep;57(9):1442–51.
  29. Berg KM, Lang GR, Saliccioli JD, Bak E, Cocchi MN, Gautam S, et al. The rapid shallow breathing index as a predictor of failure of noninvasive ventilation for patients with acute respiratory failure. *Respiratory Care*. 2012 Oct;57(10):1548–54.
  30. Hostettler S, Illi SK, Mohler E, Aliverti A, Spengler CM. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2011 Jan 31;175(1):130–9.
  31. Vogiatzis I, Aliverti A, Golemati S, Georgiadou O, Lomauro A, Kosmas E, et al. Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and women. *European Journal of Applied Physiology*. 2005 Mar;93(5-6):581–7.
  32. Wang H-K, Lu T-W, Liing R-J, Shih TT-F, Chen S-C, Lin K-H. Relationship between chest wall motion and diaphragmatic excursion in healthy adults in supine position. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2009 Jul;108(7):577–86.
  33. Aliverti A, Pedotti A. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Archives for Chest Disease*. 2003;59(1):12–6.
  34. Cohn D, Benditt JO, Eveloff S, McCool FD. Diaphragm thickening during inspiration. *Journal of Applied Physiology*. 1997 Jul;83(1):291–6.
  35. Illi SK, Hostettler S, Aliverti A, Spengler CM. Compartmental chest wall volume changes during volitional hyperpnoea with constant tidal volume in healthy individuals. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2013 Jan 15;185(2):410–5.

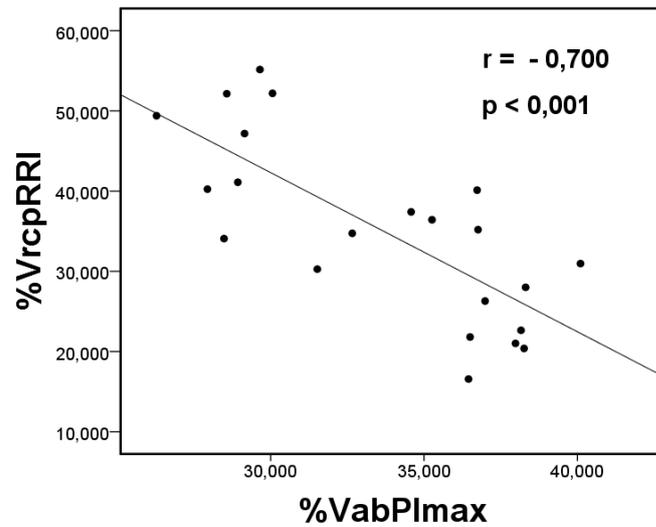
**Figura 01:** Aferição da pressão inspiratória máxima durante a avaliação com a pletismografia optoeletrônica e modelo tridimensional dos compartimentos da caixa torácica. Caixa torácica pulmonar (Rcp), caixa torácica abdominal (Rca) e abdômen (Ab).



**Figura 2.** Valores médios da contribuição compartimental dos volumes da caixa torácica pulmonar (Rcp), caixa torácica abdominal (Rca) e abdômen (Ab) durante a respiração tranqüila (RT), respiração com moderada resistência inspiratória (RRI) e durante a aferição da pressão inspiratória máxima (PImax).



**Figura 3.** Correlação entre o percentual de contribuição de volume da caixa torácica pulmonar durante a respiração com moderada resistência inspiratória e o percentual de contribuição de volume do abdômen durante a aferição da pressão inspiratória máxima.



**Tabela 1.** Características da amostra

Parâmetros	Média±DP (n=22)
Idade (anos)	68.2 ± 5.0
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28.9 ± 4.0
PAH	60.5 ± 10.0
VEF <sub>1</sub> (predito)	92.2 ± 11.3
CVF (predito)	85.5 ± 10.8
VEF <sub>1</sub> /CVF (predito)	111.1 ± 9.7
FEF <sub>25-75%</sub> (predito)	117.1 ± 7.6
PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	91,7 ± 18,7
PI <sub>máx</sub> (% predito)	135.5 ± 5.8
PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	98,7 ± 14,2
PI <sub>máx</sub> (% predito)	124.0 ± 15.8

IMC: índice de massa corpórea; PAH: perfil de atividade humana; VEF<sub>1</sub> :volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada;FEF<sub>25-75</sub>: fluxo expiratório forçado entre 25% e 75%; PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>: pressão expiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetros de água.

**Tabela 2.** Comparação das variáveis do padrão ventilatório durante a respiração em repouso e respiração com moderada resistência inspiratória.

Parâmetros	RT	RRI	Valor de p
VC (l)	0,4 ± 0,1	1,3 ± 0,5	< 0,001
V <sub>if<sub>pt</sub></sub> (l)	25,5 ± 4,7	25,9 ± 4,7	0,013
V <sub>ef<sub>pt</sub></sub> (l)	25,0 ± 4,7	24,6 ± 4,7	< 0,001
FR (ipm)	18,5 ± 4,4	11,8 ± 6,3	< 0,001
T <sub>tot</sub> (s)	3,5 ± 0,8	7,0 ± 4,0	< 0,001
T <sub>i</sub> (s)	1,4 ± 0,4	4,4 ± 2,8	< 0,001
T <sub>e</sub> (s)	2,1 ± 0,5	2,6 ± 1,6	0,527
TR	41,0 ± 4,4	61,8 ± 9,5	< 0,001

RT: respiração em repouso; RRI: respiração com resistência inspiratória; VC: volume corrente; V<sub>if<sub>pt</sub></sub>: volume da caixa torácica ao final da inspiração; V<sub>ef<sub>pt</sub></sub>: volume da caixa torácica ao final da expiração; FR: frequência respiratória; T<sub>tot</sub>: tempo total de um ciclo respiratório; T<sub>i</sub>: tempo inspiratório; T<sub>e</sub>: tempo expiratório; TR: trabalho respiratório; l: litros; s: segundos; ipm: incursões por minuto.

**ARTIGO 3:** Treinamento dos músculos respiratórios em idosas como estratégia de preservação das pressões inspiratórias e expiratórias com repercussões na mobilidade e espessura do diafragma: um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego.

Será submetido ao:

## **Journal of Aging and Physical Activity**

**Qualis: A1 na área 21 da CAPES**

**Fator de impacto: 2.0**

**TÍTULO:**

Treinamento dos músculos respiratórios em idosas como estratégia de preservação das pressões inspiratórias e expiratórias com repercussões na mobilidade e espessura do diafragma: um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego.

**AUTORES:**

Souza, Helga Cecilia Muniz\* (PT)

Rocha, Taciano Dias de Souza\* (PT)

Pessoa, Maíra Florentino\* (Msc)

Rattes, Catarina\* (PT)

Brandão, Daniela Cunha\* (PhD)

Dornelas de Andrade, Arméle\* (PhD)

\* Laboratório de Fisioterapia e Fisiologia Cardiopulmonar, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Pernambuco, Brasil.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar a eficácia do treinamento muscular inspiratório (TMI) sobre a força respiratória, espessura e mobilidade diafragmática em idosas. **MÉTODOS:** Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo-cego, composto por 22 idosas distribuídas em dois grupos: Treinamento (GT) e Controle (GC). Durante 8 semanas foi realizado um protocolo de TMI com moderada intensidade no GT e protocolo sham no GC. Foram avaliadas a força muscular respiratória (pressão inspiratória e expiratória máxima), mobilidade do diafragma e espessura diafragmática através de ultrassonografia. **RESULTADOS:** Após o treino foi observado um aumento de 37% na força muscular inspiratória e de 13% na expiratória a favor do grupo treinado ( $p < 0,005$ ). A espessura diafragmática teve um incremento de 11% no GT ( $p = 0,001$ ) e a mobilidade aumentou 9% ( $p = 0,013$ ) no GT em relação ao GC. **CONCLUSÃO:** Os achados deste estudo sugerem que o TMI de moderada intensidade produz incremento nos valores de força muscular respiratória, espessura e mobilidade diafragmática em idosas comunitárias.

**Palavras-chaves:** exercícios respiratórios, envelhecimento, ultrassom e músculos respiratórios.

## INTRODUÇÃO

O envelhecimento propicia o declínio da função pulmonar assim como ocorre em outros sistemas. As principais alterações ocorridas no sistema respiratório do idoso incluem perda de complacência de caixa torácica, diminuição na força de recolhimento elástico do parênquima pulmonar, decréscimo na força muscular respiratória e diminuição da responsividade à hipoxemia e hipercapnia (Oyarzún, 2009).

A perda de massa muscular ou sarcopenia relacionada à idade reduz em potencial a produção de força máxima (Goodpaster et al., 2008). Com o progredir da idade, o déficit de força dos músculos respiratórios afeta o desempenho físico levando a perda da capacidade de exercício, deterioração da marcha e piora da qualidade de vida (Kostka & Bogus, 2007). A redução da função muscular respiratória em idosos torna esta população mais vulnerável a doenças e incapacidades (Visser & Schaap, 2011), portanto a prevenção do déficit de força muscular respiratória atenua o declínio funcional do idoso reduzindo o risco de morbimortalidade (Buchman et al., 2008).

Os exercícios da musculatura periférica promovem aumento na força e resistência dos músculos respiratórios (Summerhill, Angov, Garber, & McCool, 2007). No entanto, esses ganhos parecem ser maiores quando combinados com o treinamento específico dos músculos respiratórios (Illi, Held, Frank, & Spengler, 2012) tornando-se uma alternativa suplementar ao treino dos músculos periféricos e gerando benefícios em diferentes comorbidades atuais como hipertensão (Ferreira et al., 2011), obesidade (Barbalho-Moulim, Miguel, Forti, Campos, & Costa, 2011) e diabetes (Silva, Martins, Cipriano, Ramos, & Lopes, 2012) que acometem uma grande parcela dos idosos.

Visto que nas mulheres pós-menopausa a diminuição dos níveis de estrogênio surge como fator adicional para o surgimento da sarcopenia (Messier et al., 2011) esta população poderia ser mais beneficiada com o TMI. Nesse sentido, o objetivo primário deste estudo foi avaliar a eficácia de um protocolo de TMI sobre a força muscular respiratória, espessura e mobilidade diafragmática em idosas comunitárias.

## **MÉTODOS**

### **Desenho do Estudo**

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado, duplo-cego e com sigilo de alocação aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE nº 457/11 com registro no SISNEP: FR 473481 e CAAE: 0443.0.172.000-11). O estudo foi registrado no banco de ensaios clínicos dos EUA com o número NCT 01791010.

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

### **Participantes**

Foram incluídas idosas com idade entre 60 e 80 anos, capazes de deambular sem auxílio e com integridade cognitiva avaliada através do Mini Exame do Estado Mental (MEEM). Os critérios de exclusão foram: participação em outro protocolo de treinamento ou reabilitação prévio, contra indicação ou dificuldade para a realização dos procedimentos de avaliação, força muscular respiratória menor que 70% do predito (Neder, Andreoni, Lerario, & Nery, 1999) dificuldade de adaptação ou adesão ao protocolo de treinamento, tabagistas, presença de instabilidade hemodinâmica (frequência cardíaca maior que 150 bpm, ou pressão arterial sistólica maior que 140 mmHg ou pressão arterial diastólica maior que 90 mmHg), doenças neuromusculares ou degenerativas, comorbidades pulmonares, doenças cardíacas e usuários de medicamentos que interferissem no metabolismo ósseo ou na força muscular.

O tamanho da amostra foi determinado através de cálculo amostral realizado a partir dos dados coletados durante um estudo piloto com 10 voluntários estabelecendo uma amostra de 9 indivíduos para cada grupo. Foi utilizado o programa estatístico G\*Power 3 (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007) que considerou um poder ( $1-\beta$ ) de 95% e um  $\alpha$  de 5% para o desfecho força muscular inspiratória baseado na média e desvio-padrão da P<sub>lmax</sub> dos grupos treinamento e controle após a intervenção.

## **Procedimentos e medidas dos desfechos**

Os dados antropométricos, clínicos e demográficos foram coletados e foi avaliado o nível de atividade física através de um instrumento de autorrelato adaptado para população brasileira - o Perfil de Atividade Humana (PAH) (Souza, Magalhães, & Teixeira-Salmela, 2006) que quantifica o nível de atividade física através do escore de atividade ajustada (EAA) classificando o indivíduo em: inativo ( $EAA < 53$ ), moderadamente ativo ( $53 < EAA < 74$ ) e ativo ( $EAA > 74$ ). Em seguida as participantes foram avaliadas em dois momentos: antes do treinamento e 1 semana após o término do treinamento por um examinador que desconhecia o grupo de alocação.

Os desfechos primários foram: força muscular respiratória, espessura e mobilidade diafragmática e os secundários foram os efeitos adversos do treinamento muscular inspiratório.

Após avaliação inicial, as participantes foram distribuídas aleatoriamente por meio de randomização em blocos de 4 indivíduos (Kang, Ragan, & Park, 2008) através de uma tabela de números randômicos por uma terceira pessoa que não participou diretamente da pesquisa, garantindo assim o sigilo de alocação. Esta informou ao terapeuta, responsável pelo treino, onde a participante seria alocada: grupo controle ou grupo treinamento.

## **Provas de função pulmonar**

Foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra) que registrou o melhor valor da capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), fluxo expiratório forçado 25-75% ( $FEF_{25-75\%}$ ) e a relação  $VEF_1/CVF$  após 3 manobras aceitáveis, sendo considerados os valores espirométricos de referência para população brasileira adulta (Pereira, Sato, & Rodrigues, 2007).

## **Força muscular respiratória**

A mensuração da pressão inspiratória máxima ( $P_{Imax}$ ) e da pressão expiratória máxima ( $P_{Emax}$ ) foi realizada através de um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil) a partir do volume residual e capacidade pulmonar total respectivamente (Evans & Whitelaw, 2009). Foram realizadas no mínimo cinco medidas, até serem obtidas três medidas aceitáveis e reprodutíveis, isto é,

sem vazamento de ar e com diferença inferior a 10% entre elas, sendo registrado o maior valor obtido (Neder et al., 1999).

### **Espessura e mobilidade diafragmática**

Para avaliação da espessura diafragmática foi utilizado o ultrassom (Sonoace R3, Samsung Medison, Coréia do Sul) no modo B. A voluntária foi posicionada em decúbito lateral esquerdo (Enright, Chatham, Ionescu, Unnithan, & Shale, 2004) e um transdutor linear com alta resolução e baixa penetração (7.5 MHz) foi colocado perpendicularmente à caixa torácica entre o oitavo e o nono espaço intercostal direito entre as linhas axilar anterior e média (Ueki, De Bruin, & Pride, 1995). Foram realizadas 3 medições da espessura da zona de aposição diafragmática em 3 momentos distintos: com o diafragma relaxado ao nível da capacidade residual funcional ( $E_{rel}$ ) (Figura1), com diafragma em contração total ao nível da capacidade pulmonar total ( $E_{cont}$ ) e durante a aferição da P<sub>lmax</sub> a partir da capacidade residual funcional que determinou a taxa de espessamento do diafragma (TE) (Ueki et al., 1995).

A medição da mobilidade diafragmática foi realizada com as voluntárias deitadas numa inclinação de 45° através do ultrassom no modo M com um transdutor convexo (3.5MHz) posicionado na linha axilar média direita abaixo da margem costal da caixa torácica, com a mão firme direcionada cranialmente (Testa et al., 2011), sendo utilizada a média de cinco medidas obtidas com diferença menor de 10% entre elas.

### **Protocolo Experimental**

As idosas realizaram o protocolo de intervenção com duração de 8 semanas usando um dispositivo que fornece uma resistência linear na fase inspiratória, o Threshold<sup>®</sup>IMT (Respironics, NJ, Estados Unidos). O grupo treinamento realizou o treino da musculatura inspiratória com frequência de 2 sessões ao dia durante 7 dias semanais sendo 1 sessão realizada na presença do terapeuta responsável pelo treino e as demais sessões realizadas pela participante em seu domicílio. As participantes realizaram 8 séries de 2 minutos com repouso de 1 minuto entre elas e foram orientadas a realizar respirações com padrão diafragmático. A intensidade do treino foi ajustada em 40% da P<sub>lmax</sub> (Silva et al., 2012) aferida durante a avaliação inicial. O ajuste da

intensidade de carga foi realizado semanalmente através da avaliação da  $PI_{m\acute{a}x}$ . Durante todo o período do protocolo de intervenção a carga resistiva foi mantida em 40% da  $PI_{max}$  ou 41  $cmH_2O$  quando a  $PI_{max}$  da participante superava o valor de 103  $cmH_2O$ .

O grupo controle realizou o mesmo protocolo de treino exceto pela intensidade de carga do treinamento. Para anular a resistência do dispositivo de treino, a válvula unidirecional foi retirada, tornando o fluxo aéreo livre. O ajuste semanal de carga era simulado semanalmente para reproduzir a mesma frequência de retorno semanal do grupo treinamento. Desta forma, o cegamento das participantes quanto ao grupo que pertencia foi garantido.

O protocolo de treinamento de ambos os grupos foi realizado por um único terapeuta no intuito de uniformizar o treino. Todas as voluntárias receberam um diário de treino onde era relatado o período de tempo da realização do treino, as pausas ocorridas e a presença de efeitos adversos como náuseas ou desconforto respiratório durante o protocolo de treinamento. Foi mantido um contato telefônico 2 vezes por semana para assegurar a realização do treino e esclarecer eventuais dúvidas. Todas as participantes mantiveram a atividade física habitual sem acréscimo àquela referida no período de avaliação inicial.

### **Análise Estatística**

Os resultados das características iniciais da amostra e análise estatística dos dados foram expressos em média e desvio padrão (DP). Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. O teste T para amostras independentes e o teste Mann-Whitney foram utilizados para comparar as características de base dos grupos. A análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas (com correção de Greenhouse-Geisser) foi utilizada para investigar os efeitos no tempo (intra grupos) e no grupo (entre grupos) com o Power relatado para os seguintes desfechos: força muscular respiratória ( $PI_{max}$  e  $PE_{max}$ ), espessura ( $E_{cont}$  e TE) e mobilidade diafragmática. Para comparar o resultado do desfecho  $E_{rel}$  entre os grupos após o TMI foi utilizado o teste Mann-Whitney. Para estimar o tamanho do efeito das diferenças entre os grupos para o respectivo desfecho foi calculado o  $d$  de Cohen (trivial  $d < 0,2$ ; pequeno  $0,2 > d < 0,5$ ; moderado  $0,5 > d < 0,8$ ; grande  $d > 0,8$ ).

Também foram calculadas as diferenças entre as médias dos grupos e o IC 95%. A análise foi conduzida pelo programa SPSS para Windows (versão 20.0, Chicago, IL) sendo estabelecido um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

No período de março a setembro de 2012, 52 idosas foram contactadas por telefone, destas 34 foram recrutadas para uma avaliação inicial restando 25 participantes que foram distribuídas aleatoriamente no grupo controle ou treinamento (Figura 02). As características iniciais da amostra estão expostas na Tabela 1.

### **Força muscular respiratória**

A Figura 3 mostra a evolução da  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  nos grupos pré e pós TMI. Na  $PI_{máx}$  foi observado efeitos significativos para o tempo ( $p < 0,001$ , Power = 1.0) e o grupo ( $p < 0,001$ , Power = 1.0) em favor do grupo treinado. Os valores de  $PE_{máx}$  também foram maiores no grupo treinamento com efeitos significativos no tempo ( $p = 0,001$ , Power = 0.967) e no grupo ( $p = 0,013$ , Power = 0,732).

### **Espessura e mobilidade diafragmática**

Conforme exposto na Figura 4, foi encontrado aumento da  $E_{cont}$  no grupo treinado com efeitos significativos para o tempo ( $p < 0,001$ , Power = 1.0) e o grupo ( $p = 0,001$ , Power = 0.941). Na mobilidade também foi observado efeitos significativos para o tempo ( $p = 0,001$ , Power = 0.949) e o grupo ( $p = 0,013$ , Power = 0.744) em favor do grupo treinado. Os valores de TE não mostraram diferenças entre os grupos sem efeitos significativos no tempo ( $p = 0,508$ , Power = 0.098) e no grupo ( $p = 0,216$ , Power = 0.230). A  $E_{rel}$  não demonstrou diferença ( $p = 0,058$ ) entre o grupo treinamento e controle.

Os valores de média e desvio-padrão bem como as diferenças de média com IC 95% e o tamanho do efeito das variáveis após a intervenção estão expostos na Tabela 2.

### **Correlação entre força muscular inspiratória e taxa de espessamento do músculo diafragma**

Foi observado uma moderada correlação positiva ( $r= 0,427$  e  $p = 0,048$ ) entre a P<sub>lmax</sub> e a Taxa de espessamento.

### **Efeitos Adversos**

Durante as duas primeiras semanas do protocolo, 3 voluntárias (13,6%) do grupo intervenção referiram desconforto respiratório durante as sessões que cessou no decorrer do treinamento. Três idosas (13,6%), sendo 1 do grupo controle relataram náuseas após a realização das sessões de treinamento durante o primeiro mês do protocolo de treino.

### **DISCUSSÃO**

Nossos resultados revelaram que um protocolo de 8 semanas de treinamento muscular inspiratório aumenta a força muscular respiratória, a espessura e a mobilidade diafragmática em idosas comunitárias. Os critérios de qualidade metodológica como presença de grupo controle ativo, randomização da amostra, sigilo de alocação, grupos comparáveis, mascaramento dos avaliadores e voluntários foram realizados neste estudo, para minimizar os vieses envolvidos nos resultados obtidos. O protocolo de treino foi descrito e a intensidade da carga aplicada nos voluntários foi controlada sendo reajustada semanalmente, com a adesão ao treinamento controlada como sugerido por Illi e cols. (2012), através de diário e contatos telefônicos.

#### **Força muscular respiratória**

O grupo treinamento mostrou um aumento na força muscular inspiratória semelhante aos resultados encontrados em outras populações idosas (Aznar-Lain et al., 2007; Belman & Gaesser, 1988; Watsford & Murphy, 2008), saudáveis (Enright & Unnithan, 2011; Illi et al., 2012) e clínicas (Barbalho-Moulim et al., 2011; Ferreira et al., 2011). Além da força muscular inspiratória houve incremento da força muscular expiratória para o grupo treinamento. Este último resultado pode ser explicado pelo condicionamento neurosensorial resultante de exposições repetidas a uma mesma tarefa (efeito do aprendizado), um mecanismo que gera um aumento na força dos músculos respiratórios pela melhora do padrão de recrutamento neuromuscular (Eastwood, Hillman, Morton, & Finucane, 1998; Kamen, 2005).

Alguns trabalhos observaram que o TMI reduz a atividade simpática (Witt, Guenette, Rupert, McKenzie, & Sheel, 2007), que aumenta a frequência cardíaca e a pressão arterial, fornecendo benefícios para o corpo inteiro. Outros estudos relataram que acréscimos na força muscular inspiratória levam a melhora da aptidão cardiopulmonar pela melhor utilização da musculatura locomotora (Aznar-Lain et al., 2007) também estando associado à diminuição dos níveis pressóricos em hipertensos (Ferreira et al., 2011) e aumento da sensibilidade à insulina em portadores de diabetes (Silva et al., 2012).

Independentemente do mecanismo, sugere-se que o aumento da força muscular respiratória pode contribuir para melhorar a capacidade de exercício e diminuir o risco de infecções respiratórias e internações hospitalares, devido ao ganho de força expiratória que gera uma melhor efetividade da tosse (Kim & Sapienza, 2005; Salam, Tilluckdharry, Amoateng-Adjepong, & Manthous, 2004).

### **Espessura e mobilidade diafragmática**

O ultrassom tem sido amplamente utilizado como um método não invasivo para avaliar a espessura diafragmática na zona de aposição durante as diferentes alterações volumétricas do pulmão (Downey et al., 2007; S. J. Enright, Unnithan, Heward, Withnall, & Davies, 2006; Ueki et al., 1995). No entanto, não foram encontrados estudos prévios que avaliaram o efeito de um programa de TMI sobre a espessura e mobilidade diafragmática em idosos. Apesar de utilizar a mesma metodologia descrita em estudos anteriores (Enright, Unnithan, Heward, Withnall, & Davies, 2006; Ueki et al., 1995) os valores de espessura diafragmática pré-treinamento encontrados nas voluntárias desse estudo foram superiores aos avaliados em jovens saudáveis (Downey et al., 2007; Enright et al., 2006), tornando evidente a lacuna existente na literatura quanto a normatização dos valores de espessura diafragmática. As diferenças encontradas entre os diversos estudos podem estar relacionadas à infiltração muscular de gordura que pode contribuir em parte para o declínio da função muscular senil (De Bruin et al., 1997; Goodpaster et al., 2008; Rossi et al., 2011).

Foi observado que o protocolo de TMI aumentou a  $E_{cont}$  nas voluntárias treinadas sugerindo que o aumento da  $PI_{max}$  no grupo treinamento deve estar associado a hipertrofia muscular. Concordando com nossos resultados, Enright e

cols. (2006), observaram um aumento significativo na espessura diafragmática em contração do grupo treinado após 9 semanas de TMI com alta intensidade realizado 3 vezes por semana em jovens saudáveis. Downey e cols. (2007) também encontraram incremento na  $E_{cont}$  em jovens saudáveis com um protocolo de TMI 2 vezes ao dia com frequência de 5 dias na semana por 4 semanas. Outro estudo (DePalo, Parker, Al-Bilbeisi, & McCool, 2004) relatou que o treino dos músculos respiratórios através de treinamento físico global produz um acréscimo de 26% na espessura do diafragma após 16 semanas de intervenção. Não foi encontrada diferença na  $E_{rel}$  entre os grupos, no entanto como esta medida é realizada durante o repouso (com equilíbrio das forças retráteis e expansivas do pulmão) não reflete as alterações sofridas durante e após o treino acordando com os estudos de Enright e cols. (2006) e Downey e cols. (2007) em jovens saudáveis.

A manutenção da taxa de espessamento sem diferença entre os grupos foi um achado inesperado em nosso estudo divergindo do resultado encontrado por outros autores em jovens (Downey et al., 2007; S. J. Enright et al., 2006) e portadores de fibrose cística (Enright et al., 2004). No entanto, os trabalhos citados realizaram um protocolo de TMI com intensidade superior a utilizada em nossa pesquisa sendo assim, parece que o treinamento dos músculos inspiratórios com intensidade moderada não produz efeitos sobre a taxa de espessamento. A taxa de espessamento mostrou moderada correlação com a  $Pl_{\max}$  sugerindo que o aumento da força muscular inspiratória não é o seu único fator contribuinte. Também é importante ressaltar que a taxa de espessamento é proveniente da espessura mensurada durante a manobra de  $Pl_{\max}$  e dois possíveis fatores podem ter influenciado neste resultado: a espessura obtida é originada por uma contração isométrica do diafragma, pois ocorre com pouca alteração de volume (Cohn, Benditt, Eveloff, & McCool, 1997) e o incremento na produção de força inspiratória máxima pelos idosos após o protocolo de TMI pode não ter sido suficiente para gerar acréscimos de espessura detectáveis durante uma manobra isométrica.

Em relação à mobilidade diafragmática, nosso estudo encontrou uma melhora no deslocamento deste músculo para as voluntárias que realizaram o TMI, sugerindo que o aumento de força dos músculos inspiratórios com

hipertrofia muscular deve gerar ganhos na mobilidade diafragmática otimizando a mecânica pulmonar e melhorando a eficiência ventilatória, pois se a atrofia do diafragma resulta em perda de mobilidade (Gottesman & McCool, 1997), o incremento de força e espessura deve desenvolver a cinemática diafragmática.

Os efeitos adversos relatados pelas voluntárias não persistiram após o primeiro mês do protocolo de treinamento o que insinua que o TMI é uma intervenção segura com repercussões colaterais mínimas apoiando seu uso na população senil.

## **LIMITAÇÕES**

A falta de seguimento das voluntárias nos meses posteriores ao término do treinamento impossibilitou esse estudo de avaliar a eficácia do TMI em longo prazo.

## **CONCLUSÃO**

Esse estudo mostrou que um protocolo de TMI de moderada intensidade produz um aumento na força muscular respiratória, gera alterações morfológicas no diafragma e otimiza a mobilidade diafragmática em idosas comunitárias a curto prazo. Esses achados sugerem que o TMI gera benefícios nessa população sendo uma alternativa suplementar ao treino de força dos músculos periféricos para minimizar as alterações musculares e respiratórias associadas a senescência.

### **Conflito de interesse**

Não existentes.

### **Financiamento**

Esta pesquisa foi apoiada pela concessão FACEPE APQ 0821-4.08/08, pelo CNPq e pela CAPES PROCAD /NF 791/09.

## REFERÊNCIAS

- Aznar-Lain, S., Webster, A. L., Cañete, S., San Juan, A. F., López Mojares, L. M., Pérez, M., Lucia, A., et al. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: a randomized controlled pilot trial. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1025–9. doi:10.1055/s-2007-965077
- Barbalho-Moulim, M. C., Miguel, G. P. S., Forti, E. M. P., Campos, F. do A., & Costa, D. (2011). Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics*, 66(10), 1721–7.
- Belman, M. J., & Gaesser, G. A. (1988). Ventilatory muscle training in the elderly. *Journal of Applied Physiology*, 64(3), 899–905.
- Buchman, A. S., Boyle, P. A., Wilson, R. S., Gu, L., Bienias, J. L., & Bennett, D. A. (2008). Pulmonary function, muscle strength and mortality in old age. *Mechanisms of Ageing and Development*, 129(11), 625–31. doi:10.1016/j.mad.2008.07.003
- Cohn, D., Benditt, J. O., Eveloff, S., & McCool, F. D. (1997). Diaphragm thickening during inspiration. *Journal of Applied Physiology*, 83(1), 291–6.
- De Bruin, P. F., Ueki, J., Bush, A., Khan, Y., Watson, A., & Pride, N. B. (1997). Diaphragm thickness and inspiratory strength in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Thorax*, 52(5), 472–5.
- DePalo, V. A., Parker, A. L., Al-Bilbeisi, F., & McCool, F. D. (2004). Respiratory muscle strength training with nonrespiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology*, 96(2), 731–4. doi:10.1152/jappphysiol.00511.2003
- Downey, A. E., Chenoweth, L. M., Townsend, D. K., Ranum, J. D., Ferguson, C. S., & Harms, C. A. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 156(2), 137–46. doi:10.1016/j.resp.2006.08.006
- Eastwood, P. R., Hillman, D. R., Morton, A. R., & Finucane, K. E. (1998). The effects of learning on the ventilatory responses to inspiratory threshold loading. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 158(4), 1190–6.
- Enright, S., Chatham, K., Ionescu, A. A., Unnithan, V. B., & Shale, D. J. (2004). Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. *Chest*, 126(2), 405–11. doi:10.1378/chest.126.2.405
- Enright, S. J., & Unnithan, V. B. (2011). Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are

- healthy: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 91(6), 894–905. doi:10.2522/ptj.20090413
- Enright, S. J., Unnithan, V. B., Heward, C., Withnall, L., & Davies, D. H. (2006). Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Physical Therapy*, 86(3), 345–54.
- Evans, J. A., & Whitelaw, W. A. (2009). The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respiratory Care*, 54(10), 1348–59.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–91.
- Ferreira, J. B., Plentz, R. D. M., Stein, C., Casali, K. R., Arena, R., & Lago, P. D. (2011). Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. *International Journal of Cardiology*. doi:10.1016/j.ijcard.2011.09.069
- Goodpaster, B. H., Chomentowski, P., Ward, B. K., Rossi, A., Glynn, N. W., Delmonico, M. J., Kritchevsky, S. B., et al. (2008). Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. *Journal of Applied Physiology*, 105(5), 1498–503. doi:10.1152/jappphysiol.90425.2008
- Gottesman, E., & McCool, F. D. (1997). Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 155(5), 1570–4.
- Illi, S. K., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 42(8), 707–24. doi:10.2165/11631670-000000000-00000
- Kamen, G. (2005). Aging, resistance training, and motor unit discharge behavior. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(3), 341–51.
- Kang, M., Ragan, B. G., & Park, J.-H. (2008). Issues in outcomes research: an overview of randomization techniques for clinical trials. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 215–21. doi:10.4085/1062-6050-43.2.215
- Kim, J., & Sapienza, C. M. (2005). Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: Tutorial. *Journal of rehabilitation research and development*, 42(2), 211–24.
- Kostka, T., & Bogus, K. (2007). Independent contribution of overweight/obesity and physical inactivity to lower health-related quality of life in community-dwelling older subjects. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 40(1), 43–51. doi:10.1007/s00391-006-0374-6

- Messier, V., Rabasa-Lhoret, R., Barbat-Artigas, S., Elisha, B., Karelis, A. D., & Aubertin-Leheudre, M. (2011). Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. *Maturitas*, 68(4), 331–6. doi:10.1016/j.maturitas.2011.01.014
- Neder, J. A., Andreoni, S., Lerario, M. C., & Nery, L. E. (1999). Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*, 32(6), 719–27.
- Oyarzún, M. (2009). Pulmonary function in aging. *Revista Médica de Chile*, 137(3), 411–8. doi:/S0034-98872009000300014
- Pereira, C. A. de C., Sato, T., & Rodrigues, S. C. (2007). New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 33(4), 397–406.
- Rossi, A. P., Watson, N. L., Newman, A. B., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Bauer, D. C., Satterfield, S., et al. (2011). Effects of body composition and adipose tissue distribution on respiratory function in elderly men and women: the health, aging, and body composition study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 66(7), 801–8. doi:10.1093/gerona/glr059
- Salam, A., Tilluckdharry, L., Amoateng-Adjepong, Y., & Manthous, C. A. (2004). Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive care medicine*, 30(7), 1334–9. doi:10.1007/s00134-004-2231-7
- Silva, M. dos S., Martins, A. C., Cipriano, G., Ramos, L. R., & Lopes, G. S. (2012). Inspiratory training increases insulin sensitivity in elderly patients. *Geriatrics & Gerontology International*, 12(2), 345–51. doi:10.1111/j.1447-0594.2011.00755.x
- Souza, A. C., Magalhães, L. de C., & Teixeira-Salmela, L. F. (2006). Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile. *Cadernos de Saúde Pública*, 22(12), 2623–36.
- Summerhill, E. M., Angov, N., Garber, C., & McCool, F. D. (2007). Respiratory muscle strength in the physically active elderly. *Lung*, 185(6), 315–20. doi:10.1007/s00408-007-9027-9
- Testa, A., Soldati, G., Giannuzzi, R., Berardi, S., Portale, G., & Gentiloni Silveri, N. (2011). Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 37(1), 44–52. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2010.10.004
- Ueki, J., De Bruin, P. F., & Pride, N. B. (1995). In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects. *Thorax*, 50(11), 1157–61.

- Visser, M., & Schaap, L. A. (2011). Consequences of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27(3), 387–99. doi:10.1016/j.cger.2011.03.006
- Watsford, M., & Murphy, A. (2008). The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 16(3), 245–60.
- Witt, J. D., Guenette, J. A., Rupert, J. L., McKenzie, D. C., & Sheel, A. W. (2007). Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *The Journal of Physiology*, 584(Pt 3), 1019–28. doi:10.1113/jphysiol.2007.140855

**Tabela 1.** Características de base dos grupos (média±DP)

Parâmetros	Grupo Treinamento (n=12)	Grupo Controle (n=10)	Valor de p
Idade (anos)	68.3 ± 5.2	68.3 ± 5.3	0.982
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28.1 ± 3.6	29.9 ± 4.5	0.295
EAA	63.5 ± 8.1	57.7 ± 7.6	0.079
VEF <sub>1</sub> (% predito)	90.3 ± 11.9	94.4 ± 19.6	0.414
CVF (% predito)	83.3 ± 13.1	88.1 ± 18	0.488
VEF <sub>1</sub> /CVF (% predito)	112.7 ± 9.1	109.2 ± 22.8	0.419
FEF <sub>25-75%</sub> (% predito)	119.5 ± 33.5	114.3 ± 39.8	0.755
PI <sub>máx</sub> (% predito)	95.3 ± 15.4	103.1 ± 23.2	0.348
PE <sub>máx</sub> (% predito)	120.7 ± 12.5	127.9 ± 19.1	0.166
PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	73.3 ± 12.1	79.4 ± 18.4	0.361
PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	89.2 ± 9.3	94.4 ± 13.7	0.307
Erel (mm)	2.1 ± 0.1	2.0 ± 0.3	0.221
Econt (mm)	4.4 ± 0.5	4.5 ± 0.5	0.663
TE	1.6 ± 0.6	1.6 ± 0.5	0.795
Mobilidade do Diafragma (mm)	63.3 ± 8.0	65.0 ± 4.3	0.599

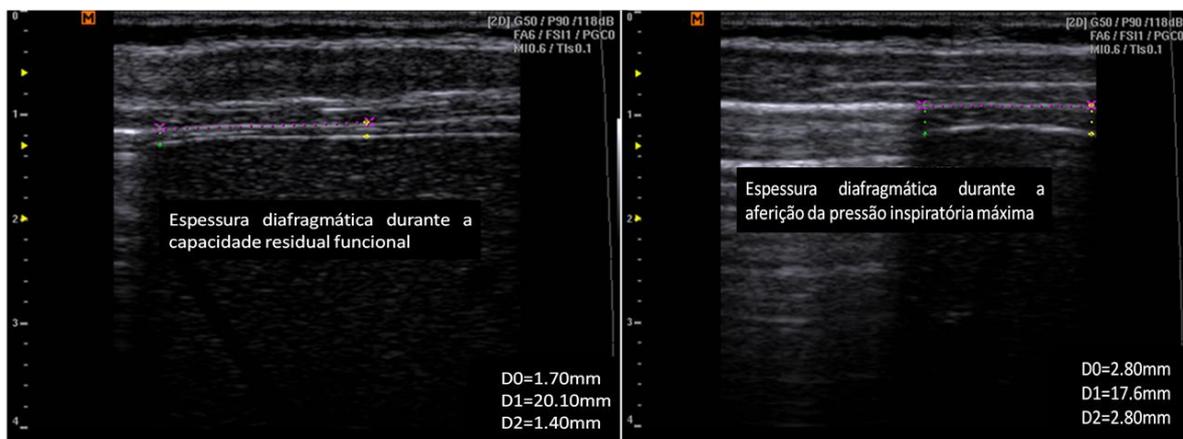
IMC: índice de massa corpórea; EAA: escore de atividade ajustada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; FEF<sub>25-75%</sub>: fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% do ciclo expiratório; PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>: pressão expiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetros de água; Erel: espessura diafragmática em relaxamento; Econt: espessura diafragmática em contração máxima; TE: taxa de espessamento.

**Tabela 2.** Valores dos desfechos avaliados após a intervenção (n=22)

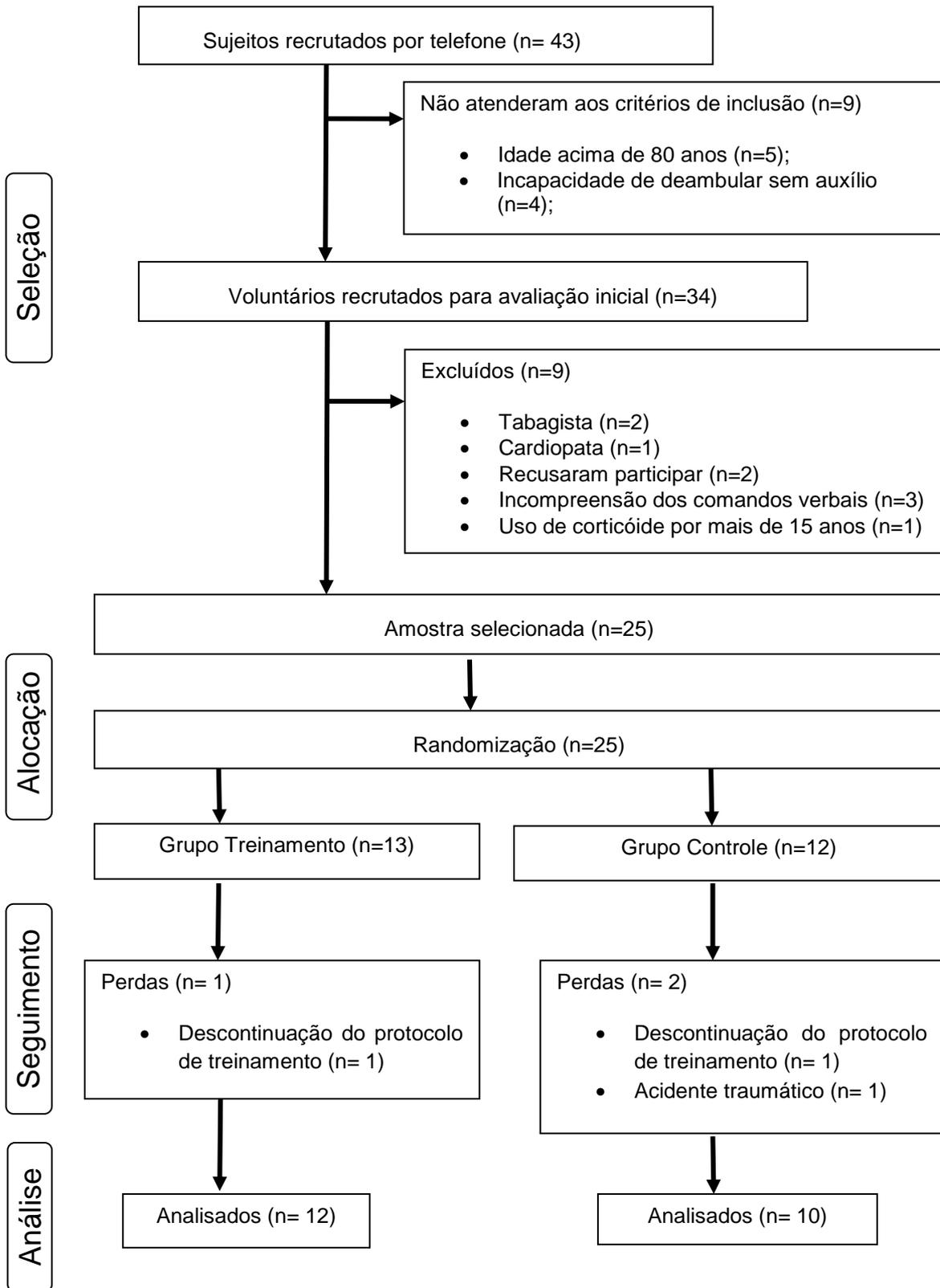
Desfechos	Grupo Treinamento (n=12)	Grupo Controle (n=10)	Diferença de médias (IC 95%)	Tamanho do Efeito (d de Cohen)
PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	99.6 ± 13.8	82.1 ± 19.9	-17,5 (-32.5; -2.5)	1.0
PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	100.4 ± 11.6	96.5 ± 17.4	-3.8 (-16.8; 9.1)	0.3
E <sub>rel</sub> (mm)	2.2 ± 0.1	2.0 ± 0.3	-0.2 (-0.4; 0.0)	0.9
E <sub>cont</sub> (mm)	4.9 ± 0.4	4.6 ± 0.4	-0.3 (-0.6; 0.1)	0.7
TE	1.7 ± 0.5	1.6 ± 0.6	-0.1 (-0.5; 0.4)	0.1
Mobilidade do Diafragma (mm)	68.8 ± 6.3	65.9 ± 4.7	-2.86 (-8.5; 2.8)	0.5

PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>: pressão expiratória máxima; cmH<sub>2</sub>O: centímetros de água; E<sub>rel</sub>: espessura diafragmática em relaxamento; E<sub>cont</sub>: espessura diafragmática em contração máxima; TE: taxa de espessamento.

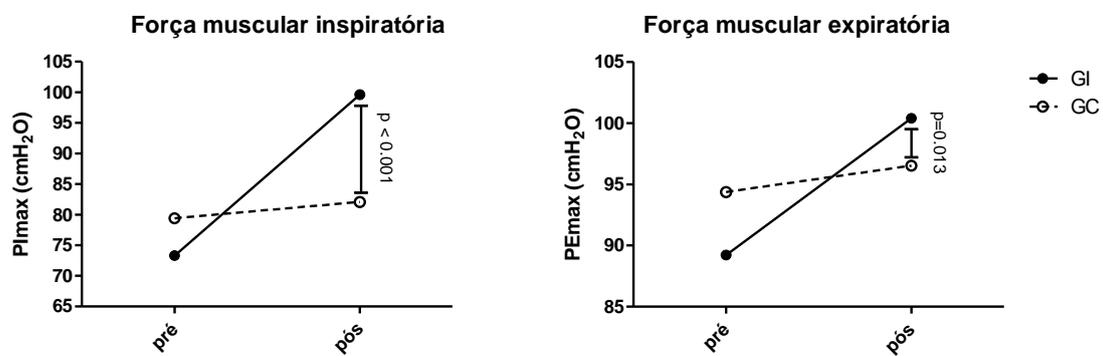
**Figura 1:** Avaliação da espessura diafragmática em relaxamento (capacidade residual funcional) e durante a aferição da pressão inspiratória máxima. D0: espessura avaliada próxima ao parênquima pulmonar; D2: espessura avaliada a aproximadamente 2 centímetros de distância de D0; D1: distância entre D0 e D2.



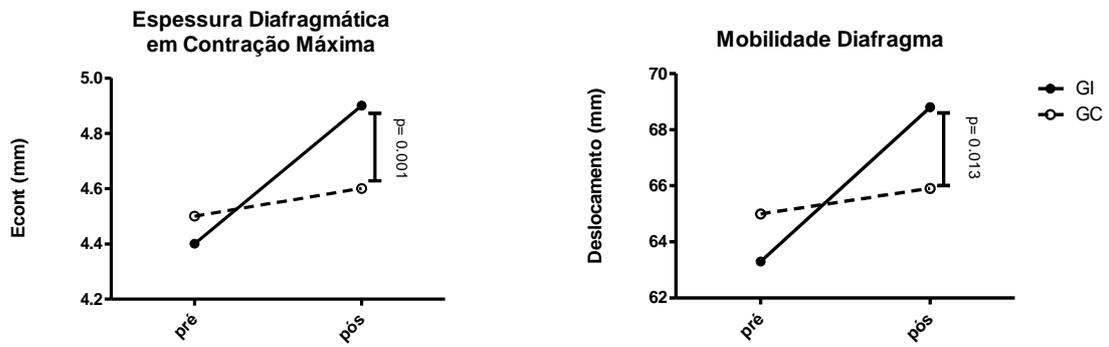
**Figura 02.** Fluxograma de participantes



**Figura 3.** Valores da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) antes e após o treinamento dos músculos inspiratórios.



**Figura 4.** Valores da espessura do músculo diafragma em contração máxima (Econt) e mobilidade diafragmática antes e após o treinamento dos músculos inspiratórios.



#### **4.Considerações Finais**

O treinamento muscular inspiratório parece ser uma alternativa suplementar eficaz ao treino dos músculos periféricos em idosas com eficácia relevante sobre a força muscular respiratória, espessura e mobilidade diafragmática. Além das melhorias encontradas, o treinamento possuiu boa aceitação entre as idosas com efeitos adversos mínimos. O treino específico dos músculos inspiratórios gerou benefícios para essa população e pode representar um aliado na prevenção dos efeitos do envelhecimento sobre os diferentes órgãos e sistemas. Também foi possível observar neste estudo que o padrão de distribuição do volume pulmonar das idosas possui peculiaridades inerentes à idade, com o compartimento abdominal predominando durante a respiração tranquila e sendo redistribuído para a caixa torácica abdominal na respiração com moderada resistência inspiratória associado a uma respiração mais lenta e profunda. No entanto, quando esforços inspiratórios máximos são requisitados durante uma manobra de aferição da pressão inspiratória máxima a caixa torácica pulmonar se revela mais atuante.

## Referências

ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Archives for Chest Disease**, v. 59, n. 1, p. 12–6, 2003.

American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 4, p. 518–624, 2002.

AZNAR-LAIN, S.; WEBSTER, A. L.; CAÑETE, S. et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: a randomized controlled pilot trial. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 12, p. 1025–9, 2007.

BARBALHO-MOULIM, M. C.; MIGUEL, G. P. S.; FORTI, E. M. P.; CAMPOS, F. DO A.; COSTA, D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. **Clinics**, v. 66, n. 10, p. 1721–7, 2011.

BELMAN, M. J.; GAESSER, G. A. Ventilatory muscle training in the elderly. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 3, p. 899–905, 1988.

BERTOLUCCI, P. H.; BRUCKI, S. M.; CAMPACCI, S. R.; JULIANO, Y. The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v. 52, n. 1, p. 1–7, 1994.

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v. 61, n. 3B, p. 777–81, 2003.

BRUIN, P. F. DE; UEKI, J.; BUSH, A. et al. Diaphragm thickness and inspiratory strength in patients with Duchenne muscular dystrophy. **Thorax**, v. 52, n. 5, p. 472–5, 1997.

BUCHMAN, A S; BOYLE, P A; WILSON, R. S. et al. Respiratory muscle strength predicts decline in mobility in older persons. **Neuroepidemiology**, v. 31, n. 3, p. 174–80, 2008.

BUCHMAN, ARON S; BOYLE, PATRICIA A; LEURGANS, S. E.; EVANS, D. A.; BENNETT, DAVID A. Pulmonary function, muscle strength, and incident mobility disability in elders. **Proceedings of the American Thoracic Society**, v. 6, n. 7, p. 581–7, 2009.

BUTLER, C.; KLEINERMAN, J. Capillary density: alveolar diameter, a morphometric approach to ventilation and perfusion. **The American Review of Respiratory Disease**, v. 102, n. 6, p. 886–94, 1970.

CALA, S. J.; KENYON, C. M.; FERRIGNO, G. et al. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 6, p. 2680–9, 1996.

CALABRESI, C.; AROSIO, B.; GALIMBERTI, L. et al. Natural aging, expression of fibrosis-related genes and collagen deposition in rat lung. **Experimental Gerontology**, v. 42, n. 10, p. 1003–11, 2007.

CARDÚS, J.; BURGOS, F.; DIAZ, O. et al. Increase in pulmonary ventilation-perfusion inequality with age in healthy individuals. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 156, n. 2 Pt 1, p. 648–53, 1997.

CARMELI, E.; IMAM, B.; MERRICK, J. The relationship of pre-sarcopenia (low muscle mass) and sarcopenia (loss of muscle strength) with functional decline in individuals with intellectual disability (ID). **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 55, n. 1, p. 181–5, 2012.

CEBRIÀ I IRANZO, M. D. À.; ARNALL, D. A.; IGUAL CAMACHO, C.; TOMÁS, J. M.; MELÉNDEZ, J. C. Physiotherapy Intervention for Preventing the Respiratory Muscle Deterioration in Institutionalized Older Women with Functional Impairment. **Archivos de Bronconeumología**, v. 49, n. 1, p. 1–9, 2013.

CHAN, E. D.; WELSH, C. H. Geriatric respiratory medicine. **Chest**, v. 114, n. 6, p. 1704–33, 1998.

COPLEY, S. J.; WELLS, A. U.; HAWTIN, K. E. et al. Lung morphology in the elderly: comparative CT study of subjects over 75 years old versus those under 55 years old. **Radiology**, v. 251, n. 2, p. 566–73, 2009.

ENRIGHT, S.; CHATHAM, K.; IONESCU, A. A.; UNNITHAN, V. B.; SHALE, D. J. Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. **Chest**, v. 126, n. 2, p. 405–11, 2004.

EVANS, J. A.; WHITELOW, W. A. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. **Respiratory Care**, v. 54, n. 10, p. 1348–59, 2009.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A.-G.; BUCHNER, A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–91, 2007.

FIELDING, R. A.; VELLAS, B.; EVANS, W. J. et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 12, n. 4, p. 249–56, 2011.

FONSECA, M. DE A.; CADER, S. A.; DANTAS, E. H. M. et al. Respiratory muscle training programs: impact on the functional autonomy of the elderly. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 6, p. 642–8, 2010.

FRONTERA, W. R.; REID, K. F.; PHILLIPS, E. M. et al. Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 2, p. 637–42, 2008.

FUKUCHI, Y. The aging lung and chronic obstructive pulmonary disease: similarity and difference. **Proceedings of the American Thoracic Society**, v. 6, n. 7, p. 570–2, 2009.

GOLDSPINK, G. Age-related loss of muscle mass and strength. **Journal of Aging Research**, v. 2012, p. 158279, 2012.

GOODPASTER, B. H.; CHOMENTOWSKI, P.; WARD, B. K. et al. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 5, p. 1498–503, 2008.

GOSSELINK, R.; VOS, J. DE; HEUVEL, S. P. VAN DEN; et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? **The European Respiratory Journal**, v. 37, n. 2, p. 416–25, 2011.

GUÉNARD, H.; MARTHAN, R. Pulmonary gas exchange in elderly subjects. **The European Respiratory Journal**, v. 9, n. 12, p. 2573–7, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 10/11/2012.

JANSSENS, J. P.; PACHE, J. C.; NICOD, L. P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **European Respiratory Journal**, v. 13, n. 1, p. 197–205, 1999.

JANSSENS, J.; PAUL. Aging of the respiratory system: impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. **Clinics in Chest Medicine**, v. 26, n. 3, p. 469–84, vi–vii, 2005.

JIANG, R.; BURKE, G. L.; ENRIGHT, P. L. et al. Inflammatory markers and longitudinal lung function decline in the elderly. **American Journal of Epidemiology**, v. 168, n. 6, p. 602–10, 2008.

KANG, M.; RAGAN, B. G.; PARK, J.-H. Issues in outcomes research: an overview of randomization techniques for clinical trials. **Journal of Athletic Training**, v. 43, n. 2, p. 215–21, 2008.

KENT-BRAUN, J. A.; NG, A. V; YOUNG, K. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 2, p. 662–8, 2000.

LANG, M. R.; FIAUX, G. W.; GILLOOLY, M. et al. Collagen content of alveolar wall tissue in emphysematous and non-emphysematous lungs. **Thorax**, v. 49, n. 4, p. 319–26, 1994.

LEE, H. M.; LE, H.; LEE, B. T.; LOPEZ, V. A.; WONG, N. D. Forced vital capacity paired with Framingham Risk Score for prediction of all-cause mortality. **The European Respiratory Journal**, v. 36, n. 5, p. 1002–6, 2010.

LIN, S.-J.; MCELFFRESH, J.; HALL, B.; BLOOM, R.; FARRELL, K. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: a systematic review. **Cardiopulmonary Physical Therapy Journal**, v. 23, n. 3, p. 29–36, 2012.

LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 712–9, 2006.

MAYS, P. K.; BISHOP, J. E.; LAURENT, G. J. Age-related changes in the proportion of types I and III collagen. **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 45, n. 3, p. 203–12, 1988.

MESSIER, V.; RABASA-LHORET, R.; BARBAT-ARTIGAS, S. et al. Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. **Maturitas**, v. 68, n. 4, p. 331–6, 2011.

MORRISON, S. F.; NAKAMURA, K.; MADDEN, C. J. Central control of thermogenesis in mammals. **Experimental Physiology**, v. 93, n. 7, p. 773–97, 2008.

NEDER, J. A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M. C.; NERY, L. E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas**, v. 32, n. 6, p. 719–27, 1999.

OYARZÚN, M. Pulmonary function in aging. **Revista Médica de Chile**, v. 137, n. 3, p. 411–8, 2009.

PARREIRA, V. F.; VIEIRA, D. S. R.; MYRRH, M. A. C. et al. Optoelectronic plethysmography: a review of the literature. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 2012.

PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.

PETERSON, D. D.; PACK, A. I.; SILAGE, D. A.; FISHMAN, A. P. Effects of aging on ventilatory and occlusion pressure responses to hypoxia and hypercapnia. **The American Review of Respiratory Disease**, v. 124, n. 4, p. 387–91, 1981.

ROSSI, A.; FANTIN, F.; FRANCESCO, V. DI; et al. Body composition and pulmonary function in the elderly: a 7-year longitudinal study. **International Journal of Obesity**, v. 32, n. 9, p. 1423–30, 2008.

RUIVO, S.; VIANA, P.; MARTINS, C.; BAETA, C. Effects of aging on lung function. A comparison of lung function in healthy adults and the elderly. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 15, n. 4, p. 629–53, 2009.

SCHAUB, R. T.; MÜNZBERG, H.; BORCHELT, M. et al. Ventilatory capacity and risk for dementia. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 11, p. M677–83, 2000.

SHARMA, G.; GOODWIN, J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. **Clinical Interventions in Aging**, v. 1, n. 3, p. 253–60, 2006.

SILVA, M. DOS S.; MARTINS, A. C.; CIPRIANO, G.; RAMOS, L. R.; LOPES, G. S. Inspiratory training increases insulin sensitivity in elderly patients. **Geriatrics & Gerontology International**, v. 12, n. 2, p. 345–51, 2012.

SILVA, V. G. DA; AMARAL, C.; MONTEIRO, M. B.; NASCIMENTO, D. M. DO; BOSCHETTI, J. R. Effects of inspiratory muscle training in hemodialysis patients. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 33, n. 1, p. 62–8, 2011.

SOUZA, A. C.; MAGALHÃES, L. DE C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 12, p. 2623–36, 2006.

TESTA, A.; SOLDATI, G.; GIANNUZZI, R. et al. Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 37, n. 1, p. 44–52, 2011.

The definition of emphysema. Report of a National Heart, Lung, and Blood Institute, Division of Lung Diseases workshop. **The American Review of Respiratory Disease**, v. 132, n. 1, p. 182–5, 1985.

UEKI, J.; BRUIN, P. F. DE; PRIDE, N. B. In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects. **Thorax**, v. 50, n. 11, p. 1157–61, 1995.

United States Census. Disponível em: <<http://www.census.gov/>>. Acesso em: 24/12/2012.

VERAS, R. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 548–54, 2009.

WAGNER, P. D.; LARAVUSO, R. B.; UHL, R. R.; WEST, J. B. Continuous distributions of ventilation-perfusion ratios in normal subjects breathing air and 100 per cent O<sub>2</sub>. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 54, n. 1, p. 54–68, 1974.

WATSFORD, M.; MURPHY, A. The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 16, n. 3, p. 245–60, 2008.

WILLIAMS, G. N.; HIGGINS, M. J.; LEWEK, M. D. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. **Physical Therapy**, v. 82, n. 1, p. 62–8, 2002.

ZELEZNIK, J. Normative aging of the respiratory system. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 19, n. 1, p. 1–18, 2003.

# ANEXOS

ANEXO 1 - Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, obedecendo à Resolução 196/96 do CNS, sob o protocolo de número 457/11.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
Comitê de Ética em Pesquisa

Av. da Engenharia, s/n – 1º andar – Sala 4 – Cidade Universitária  
50.740-600 Recife – PE, Tel/fax: 81. 2126.8588 – cepeccs@ufpe.br

Ofício nº. 032/2013 - CEP/CCS/UFPE

Recife, 14 de fevereiro de 2013.

A

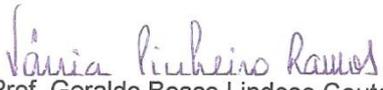
**Prof. Helga Cecília Muniz de Souza**  
Departamento de Fisioterapia - CCS/UFPE

Registro do SISNEP FR – 473481 CAAE – 0443.0.172.000-11 Registro CEP/CCS/UFPE Nº 457/11 Título: Efeitos do treinamento muscular inspiratório sobre a função cardiopulmonar e qualidade de vida em idosos. Pesquisador Responsável: Helga Cecília Muniz de Souza
---

Senhor (a) Pesquisador (a):

O Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE) recebeu em 14/02/2013 o relatório final do protocolo em epígrafe e considera que o mesmo foi devidamente aprovado por este Comitê nesta data.

Atenciosamente

  
p/ Prof. Geraldo Bosco Lindoso Couto  
Coordenador do CEP/CCS / UFPE

## ANEXO 2

### MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

#### 1. ORIENTAÇÃO NO TEMPO

Em que ano nós estamos? \_\_\_\_  
Em que estação do ano nós estamos? \_\_\_\_  
Em que mês nós estamos? \_\_\_\_  
Em que dia da semana nós estamos? \_\_\_\_  
Em que dia do mês nós estamos? \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

#### 2. ORIENTAÇÃO NO ESPAÇO

Em que Estado nós estamos? \_\_\_\_  
Em que cidade nós estamos? \_\_\_\_  
Em que bairro nós estamos? \_\_\_\_  
O que é este prédio em que estamos? \_\_\_\_  
Em que andar nós estamos? \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

#### 3. REGISTRO

Agora, preste atenção. Eu vou dizer três palavras e o(a) Sr(a) vai repeti-las quando eu terminar de dizer todas. Certo? As palavras são:

CARRO \_\_\_\_

VASO \_\_\_\_

BOLA \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

Agora, repita as palavras para mim. [Permita cinco tentativas, mas pontue apenas a primeira]

#### 4. ATENÇÃO E CÁLCULO [Série de 7]

Agora eu gostaria que o(a) Sr(a) subtraísse 3 de 30 e do resultado subtraísse 3. Então, continue subtraindo 3 de cada resposta até eu mandar parar. Entendeu? [pausa] Vamos começar: quanto é 30 menos 3? [Dê um ponto para cada acerto] Se não atingir o escore máximo, peça: Soletre a palavra MUNDO. Corrija os erros de soletração e então peça: Agora, soletre a palavra MUNDO de trás para frente. [Dê um ponto para cada letra na posição correta. Considere o maior resultado]

27 \_\_\_\_ 24 \_\_\_\_ 21 \_\_\_\_ 18 \_\_\_\_ 15 \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

#### 5. MEMÓRIA DE EVOCAÇÃO

Peça: Quais são as três palavras que eu pedi que o Sr(a) memorizasse? [Não forneça pistas]

CARRO \_\_\_\_

VASO \_\_\_\_

BOLA \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

#### 6. LINGUAGEM

a. O que é isto? (lápiz) \_\_\_\_

O que é isto? (relógio) \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

b. Repita o que eu vou dizer. “NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ”.

**Nota:** \_\_\_\_

c. Pegue este papel com a mão direita [pausa], com as duas mãos dobre-o ao meio uma vez [pausa] e em seguida jogue-o no chão.

Pega com a mão direita \_\_\_\_

Dobra no meio \_\_\_\_

Joga no chão \_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_

d. Por favor, leia isto e faça o que está escrito no papel. Mostre ao examinado a folha com o comando: **FECHE OS OLHOS**, se analfabeto leia a frase.

Fechou os olhos \_\_\_\_

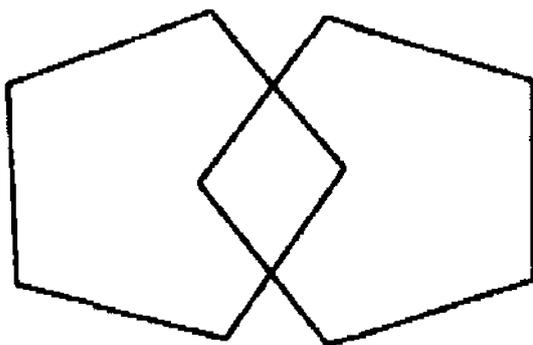
**Nota:** \_\_\_\_

e. Escreva uma frase inteira aqui. Se o paciente não responder, peça: Escreva sobre o tempo. [Coloque na frente do paciente um pedaço de papel em branco e lápis ou caneta]

Frase:

**Nota:** \_\_\_\_

f. Por favor, copie este desenho. [Apresente a folha com os pentágonos que se interseccionam]



Cópia:

**Nota:** \_\_\_\_

**TOTAL (máximo 30 pontos):** \_\_\_\_

**Defeito cognitivo:**

**\*Analfabetos - 18/19 pontos**

**\*Indivíduos com instrução escolar – 24/25 pontos**

## ANEXO 3

### VERSÃO BRASILEIRA DO PERFIL DE ATIVIDADE HUMANA

Atividades	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais de um minuto			
7. Ficar de pé por mais de cinco minutos			
8. Vestir e tirar a roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros, sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			
19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por $\pm$ 2 horas (160 quilômetros ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus, sem parar			
29. Subir nove degraus			
30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano, sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus, sem parar			
38. Subir 12 degraus, sem parar			
39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar dois quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar			
46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carro			
48. Arrumar a cama trocando os lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quarteirões no plano			
56. Caminhar seis quarteirões no plano, sem parar			

(continua)

- 
57. Colocar o lixo para fora
  58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos
  59. Subir 24 degraus
  60. Subir 36 degraus
  61. Subir 24 degraus, sem parar
  62. Subir 36 degraus, sem parar
  63. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm$  20 minutos)
  64. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm$  20 minutos), sem parar
  65. Correr 100 metros ou jogar peteca, vôlei, beisebol
  66. Dançar socialmente
  67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar
  68. Cortar grama com cortadeira elétrica
  69. Caminhar 3,2 quilômetros ( $\pm$  40 minutos)
  70. Caminhar 3,2 quilômetros, sem parar ( $\pm$  40 minutos)
  71. Subir 50 degraus (dois andares e meio)
  72. Usar ou cavar com a pá
  73. Usar ou cavar com pá por cinco minutos, sem parar
  74. Subir 50 degraus (dois andares e meio), sem parar
  75. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm$  1 hora) ou jogar 18 buracos de golfe
  76. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm$  1 hora), sem parar
  77. Nadar 25 metros
  78. Nadar 25 metros, sem parar
  79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (dois quarteirões)
  80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (quatro quarteirões)
  81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar
  82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar
  83. Correr 400 metros (meio quarteirão)
  84. Correr 800 metros (um quarteirão)
  85. Jogar tênis/frescobol ou peteca
  86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol
  87. Correr 400 metros, sem parar
  88. Correr 800 metros, sem parar
  89. Correr 1,6 quilômetro (dois quarteirões)
  90. Correr 3,2 quilômetros (quatro quarteirões)
  91. Correr 4,8 quilômetros (seis quarteirões)
  92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos
  93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos
  94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos
- 

EMA (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de oxigênio que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.

EAA (Escore Ajustado de Atividade): EMA – número de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz.

### **Classificação EAA**

Debilitado (inativo) < 53

Moderadamente ativo 53 – 74

Ativo > 74

# APÊNDICES

## APÊNDICE 1

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO SOBRE A FUNÇÃO CARDIOPULMONAR E QUALIDADE DE VIDA EM IDOSOS.

A sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Caso aceite o convite, a participação nesta pesquisa consistirá em realizar um treinamento muscular respiratório ou simular esse treinamento com a frequência de sete dias por semana, em sua residência durante oito semanas.

O objetivo deste estudo é avaliar, antes e após o treinamento da musculatura inspiratória, a função pulmonar, a força muscular respiratória e a capacidade de realizar exercício máximo. Durante o treinamento, o participante irá puxar o ar pela boca através de um aparelho específico durante alguns minutos. Os participantes inicialmente responderão a um questionário de avaliação da qualidade de vida que será arquivado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (situado na Avenida Professor Moraes Rego n.1235, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600) e a pesquisadora responsável irá realizar testes respiratórios, nos quais os voluntários irão respirar o mais forte que conseguirem. Para avaliar os volumes pulmonares será usado o exame de Pletismografia Optoeletrônica. Na pletismografia, o voluntário respira de forma calma e profunda durante três minutos e câmeras ao redor da sala vão captar os movimentos do tórax e do abdômen e enviar os dados para o computador. Esse exame não provoca dor no voluntário. Será realizado também a ultrassonografia do abdômen, gerando imagens do diafragma. A ultrassonografia funciona como uma câmera que toca na pele e filma estruturas dentro do corpo. Esse exame também não provoca dor no voluntário. Em seguida os participantes serão orientados a caminhar numa esteira até o máximo que conseguirem, respirando através de uma máscara acoplada à face, para ser avaliado o ar expirado durante a caminhada.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Não serão feitas fotos dos rostos dos voluntários, nem mesmo em posições que denigram sua imagem ou lhe deixem desconfortável. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o e-mail e o telefone do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

**RISCOS PARA O VOLUNTÁRIO:** Durante a realização dos testes os sujeitos podem referir desconforto devido ao acoplamento da máscara para analisar os gases, sensação de cansaço leve e fadiga de membros inferiores durante a caminhada na esteira. No entanto, o voluntário será observado por um profissional de saúde devidamente preparado e o local do estudo está situado dentro do campus universitário, onde no

mesmo está localizado o Hospital das Clínicas de Pernambuco, caso você sinta algum desconforto durante a avaliação.

**BENEFÍCIOS PARA O VOLUNTÁRIO:** O voluntário terá uma avaliação completa da sua capacidade funcional e realizará um programa de treinamento muscular que resulta em melhorias no seu estado de saúde geral e condicionamento físico.

Pesquisadora Responsável

Helga Cecília Muniz de Souza

E-mail: helgamuniz@hotmail.com

Rua Joaquim Nabuco 449 apto. 301, Graças.

Recife – PE. CEP 52011-000

Telefone: (81) 3231 – 2764

Contato com o Comitê de Ética em Pesquisa

Avenida da Engenharia s/n-1º andar, Cidade Universitária,

Recife-PE, CEP: 50740-600

Telefone: (81) 2126 8588

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

---

Testemunha 1

---

Pesquisador Responsável

---

Testemunha 2

---

Voluntário da pesquisa

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## APÊNDICE 2

### FICHA DE AVALIAÇÃO

MINI MENTAL = \_\_\_\_\_ pontos

#### AVALIAÇÃO CLÍNICA E SÓCIO-DEMOGRÁFICA

NOME: \_\_\_\_\_

DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ENDEREÇO: \_\_\_\_\_

TELEFONE: \_\_\_\_\_

COMORBIDADES: HIPERTENSÃO( ) DIABETES( ) OSTEOPATIAS( ) ETILISTA( ) OUTROS( )

USO DE MEDICAMENTOS, QUAIS: \_\_\_\_\_

PESO: \_\_\_\_\_ ALTURA: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

#### ESPIROMETRIA

PRÉ	1	2	3	4	5
VEF <sub>1</sub>					
VEF <sub>1</sub> PRED					
CVF					
CVF <sub>PRED</sub>					
VEF <sub>1</sub> /CVF					
FEF <sub>25-75%</sub>					

#### MANOVACUÔMETRIA

PRÉ	1	2	3	4	5	PÓS	1	2	3	4	5
Pimax						Pimax					
Pemax						Pemax					

#### ULTRASSONOGRRAFIA (espessura zona aposição)

PRÉ	1	2	3	4	5	PÓS	1	2	3	4	5
E <sub>REL</sub>						E <sub>REL</sub>					
E <sub>CONT</sub>						E <sub>CONT</sub>					
TE						TE					
Mobilidade						Mobilidade					

## APÊNDICE 3

### PROTOCOLO DE TREINO

ÍNICIO DO TREINO (Data) \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**SEMANA 1** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 2** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 3** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 4** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 5** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 6** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 7** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

**SEMANA 8** Pimax = \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_

CARGA INCREMENTAL = \_\_\_\_\_ cm H<sub>2</sub>O

TÉRMINO DO TREINO (Data) \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## APÊNDICE 4

### DIÁRIO SEMANAL – 1º MÊS

**SEMANA 1** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

**SEMANA 2** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

**SEMANA 3** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

**SEMANA 4** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

### DIÁRIO SEMANAL- 2º MÊS

**SEMANA 5** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

**SEMANA 6** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

**SEMANA 7** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

**SEMANA 8** Desconfortos: ( )sim ( )não , Quais: \_\_\_\_\_

DIA 1 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 2 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 3 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 4 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 5 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 6 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min

DIA 7 **Fez:** ( )sim ( )não **Hora:** ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite **Tempo:** ( )5m ( )10m ( )15min