



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA SAÚDE**

LUCAS MATHEUS PEREIRA FERREIRA

MARINA DO AMARAL COSTA LIMA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO ASSOCIADO A  
TREINO ATIVO DE MEMBROS INFERIORES SOBRE A QUALIDADE DE VIDA  
E CAPACIDADE FUNCIONAL EM IDOSOS**

SÃO PAULO

2023

LUCAS MATHEUS PEREIRA FERREIRA

MARINA DO AMARAL COSTA LIMA

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO ASSOCIADO A  
TREINO ATIVO DE MEMBROS INFERIORES SOBRE A QUALIDADE DE VIDA  
E CAPACIDADE FUNCIONAL EM IDOSOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, com exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em fisioterapia, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Escorcio.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Escorcio

SÃO PAULO

2023

## FICHA DE APROVAÇÃO

**Banca examinadora**

Profª Drª Renata Escorcio

Parecerista: Aretha Fragoso

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos nossos queridos familiares e principalmente pais e irmãos, que nos deram o privilégio de estudar, nos apoiaram e amaram incondicionalmente.

Agradecemos também aos nossos professores de graduação que permitiram e nos fizeram chegar grandemente nesse momento de conclusão de curso e pelos conhecimentos e vivências ricas que nos transmitiram na área da fisioterapia.

E por fim, agradecemos nossos amigos dessa jornada acadêmica, sem eles essa experiência da graduação não teria sido a mesma, obrigado pelas risadas, conversas, companheirismo e apoio. E aos nossos amigos da vida, que sempre permaneceram presentes.

## RESUMO

**Introdução:** A fase do envelhecimento pode estar associada a patologias que representam fragilidade para nosso corpo, como a sarcopenia, processo que se dá pela perda de massa magra, força muscular e queda no desempenho físico. Na mulher esse processo pode se intensificar na menopausa devido a diminuição hormonal, fazendo com que se perca qualidade de vida, capacidade funcional e diminuição da tolerância ao exercício. Evidenciando a musculatura respiratória, é importante que se faça um treinamento muscular inspiratório (TMI) no intuito de prevenção do declínio funcional pulmonar. **Objetivo:** O estudo buscou analisar os efeitos de diferentes programas de TMI em idosos para a força muscular respiratória, *endurance* muscular respiratória, qualidade de vida (QV) e capacidade funcional. **Método:** Trata-se de um estudo controlado randomizado, realizado com 27 idosos praticantes de programas no núcleo de convivência de idosos (NCI), divididos em três grupos de forma aleatória. Na avaliação, em todos os grupos pré e pós TMI, foi utilizado o espirômetro para mensurar a *endurance* muscular respiratória e o manovacuômetro para avaliar a pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e a pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), além de ser feita a cirtometria torácica para avaliar a expansibilidade pulmonar. O grupo controle (GC) fez exercícios respiratórios orientados e faixa elástica, o grupo treinamento 1 (G1) fez uso do Respirom® Athletic® e faixas elásticas para TMI e o grupo treinamento 2 (G2) utilizou o Powerbreathe® também para TMI. A QV foi avaliada por meio do questionário de Qualidade de Vida SF- 36, na versão brasileira, e a capacidade funcional foi avaliada por meio do teste de sentar e levantar em 1 minuto (TSL1) da cadeira. **Resultados:** O G1 sugeriu que o TMI pode melhorar a força muscular respiratória, além de se mostrar benéfica no ganho de expansibilidade, *endurance* muscular, capacidades funcionais e QV, o G2 se destacou na melhora da força e resistência muscular respiratória, expansibilidade e tolerância ao exercício e, o GC, ficou mais evidente a melhora da expansibilidade pulmonar, força expiratória, tolerância ao exercício e QV, mesmo que em valores menos significativos. **Conclusão:** Os programas propostos neste estudo foram eficazes para a melhora da VVM e PI<sub>máx</sub> nos GC, G1 e G2. Houve melhora relevante na análise intragrupos para os parâmetros cirtometria axilar e xifóide, VVM, PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>. No TSL1 a melhora foi expressiva entre grupos e intragrupos. No que se refere à QV, na análise intragrupos a melhora foi significativa na maioria dos domínios.

**Descritores:** Envelhecimento. Treinamento de resistência. Exercícios respiratórios. Qualidade de vida. Tolerância ao exercício.

## ABSTRACT

**Introduction:** The aging phase can be associated with pathologies that represent fragility for our body, such as sarcopenia, a process that occurs due to the loss of lean mass, muscle strength and a drop in physical performance. In women, this process can intensify during menopause due to hormonal decline, causing a loss of quality of life, functional capacity and decreased exercise tolerance. Highlighting the respiratory muscles, it is important to carry out inspiratory muscle training (IMT) in order to prevent lung functional decline. **Objective:** The study sought to analyze the effects of different IMT programs in the elderly on respiratory muscle strength, respiratory muscle endurance, quality of life and functional capacity. **Method:** This is a randomized controlled study, carried out with 27 elderly people practicing programs at the elderly community center, randomly divided into three groups. In the evaluation, in all pre and post IMT groups, the spirometer was used to measure respiratory muscle endurance and the manovacuometer to evaluate the maximum inspiratory pressure (MIP) and maximum expiratory pressure (MEP), in addition to thoracic cirtometry to evaluate lung expansibility. The control group (CG) did guided breathing exercises and elastic bands, the training group 1 (G1) used Respirom® Athletic® and elastic bands for IMT and training group 2 (G2) also used Powerbreathe® for IMT. Quality of life (QOL) was assessed using the SF-36 Quality of Life questionnaire, in the Brazilian version, and functional capacity was assessed using the 1 minute sitting-rising test (SRT) from a chair. **Results:** The G1 suggested that IMT can improve muscular strength, in addition to being beneficial in gaining expansibility, muscular endurance, functional capabilities and QOL, G2 stood out in improving respiratory muscle strength and endurance, expansibility and exercise tolerance and CG was more evident in the improvement of lung expansion, expiratory force, exercise tolerance and QOL, even if at less significant values. **Conclusion:** The programs proposed in this study were effective in improving MVV and MIP in CG, G1 and G2. There was a relevant improvement in the intragroup analysis for the parameters axillary and xiphoid cirtometry, MVV, MIP and MEP. In SRT the improvement was significant between groups and within groups. Regarding QOL, in the intragroup analysis the improvement was significant in most domains.

**Keywords:** Aging. Endurance Training. Breathing Exercises. Quality of Life.  
Exercise Tolerance.

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>10</b>
<b>Metodologia.....</b>	<b>12</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>14</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>20</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>24</b>
<b>Referências.....</b>	<b>25</b>

## INTRODUÇÃO

A população idosa está aumentando em todo o mundo, mas no Brasil essa parcela de pessoas com 60 anos ou mais saltou de 22,3 milhões para 31,2 milhões no período de 2012-2021.<sup>1</sup> Sendo assim, é importante compreender que o envelhecimento traz consigo possíveis disfunções e alterações orgânicas. Com o passar dos anos é esperado um processo de sarcopenia, distúrbio muscular esquelético progressivo e generalizado que envolve a perda acelerada de massa e função muscular, principalmente em mulheres no período da menopausa, com declínios hormonais, podendo estar associada ao aumento de quedas, declínio funcional, fragilidade e mortalidade.<sup>2</sup> Além disso, ocorre uma maior fraqueza muscular que afeta também a musculatura respiratória. Quando não há um estímulo físico, a probabilidade de ocorrer instabilidades e fraquezas musculares aumenta, gerando maior risco de incidência de doenças. Dessa forma, o idoso perde QV, muitas vezes não conseguindo realizar suas atividades de vida diária.<sup>3</sup>

Evidenciando a musculatura respiratória, o idoso pode apresentar um declínio pulmonar, quando a função máxima dos pulmões diminui gradualmente.<sup>3</sup> Isso acontece, pois durante o envelhecimento há diminuição do desempenho e capacidade cardiorrespiratória, ocorre perda de força, flexibilidade e resistência muscular, fazendo com que a caixa torácica do idoso diminua sua capacidade de expansibilidade.<sup>4,5</sup> Também, as pressões respiratórias máximas podem ser utilizadas como marcadores de fraqueza da musculatura respiratória e em recente estudo brasileiro foi proposto ponto de corte de pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) e pressão expiratória máxima (P<sub>Emáx</sub>) para diagnosticar sarcopenia em idosos (respectivamente  $\leq 46$  cmH<sub>2</sub>O e  $\leq 50$  cmH<sub>2</sub>O para mulheres idosas, enquanto foram  $\leq 63$  cmH<sub>2</sub>O e  $\leq 92$  cmH<sub>2</sub>O para homens idosos), o que contribui para uma investigação mais detalhada da condição de saúde do idoso.<sup>6</sup> Além disso, outras condições crônicas de saúde associadas ao processo de envelhecimento como hipertensão, diabetes, neuropatias, hipercolesterolemia podem contribuir para a limitação ao exercício e declínio funcional.<sup>7</sup>

A musculatura respiratória, formada pelo diafragma, intercostais, escalenos, esternocleidomastóideo e abdominais, é de grande importância e responsável pelo

funcionamento do nosso sistema respiratório, local onde ocorrem as trocas gasosas. O bom desempenho desse conjunto muscular é essencial para promover uma capacidade pulmonar funcional total, que se trata da quantidade total de ar nos pulmões após uma inspiração máxima, resultado da capacidade vital (CV), que é o volume máximo inspirado e do volume residual (VR), quantidade de ar que permanece nos pulmões após uma expiração máxima.<sup>3,8</sup> Quando há um declínio funcional pulmonar a capacidade vital decresce enquanto o volume residual aumenta, ocorre diminuição da ventilação pulmonar, redução da elasticidade dos alvéolos e redução do consumo máximo de oxigênio, fazendo com que ocorra menos mobilização de ar.<sup>7</sup>

Dessa forma, a fisioterapia pode atuar na prevenção do declínio funcional pulmonar por meio do TMI, importante para estimular e fortalecer a musculatura, tendo o objetivo de restabelecer a *endurance* e melhorar a capacidade dos músculos respiratórios em oferecer resistência à fadiga, minimizando fraqueza e atrofia, trazendo assim significativa melhora sobre a QV.<sup>9,10</sup> Esse treinamento pode ser realizado por meio de um incentivador respiratório, dispositivo de carga linear ou resistiva.

Um envelhecimento ativo e saudável irá trazer maior autonomia, independência e capacidade funcional, autoestima, bem-estar geral, melhora das relações sociais e dessa forma, diminui a incidência de doenças, índice de dores, cansaço e melhora a qualidade do sono. O envelhecimento não é sinônimo de invalidez, incapacidades ou fator determinante para diminuir atividades prazerosas, assim como em outras faixas etárias, é essencial possuir boas relações, não negligenciar aspectos emocionais e saúde mental, ter boa vitalidade, buscar interações e movimento, melhorando e revigorando também aspectos físicos.<sup>11</sup>

Com a tendência de aumento do envelhecimento populacional e expectativa de vida é preciso direcionar atenção para políticas públicas de saúde para essa população no sentido de prevenção de agravos e manutenção do bem-estar.<sup>3,12</sup>

Neste estudo buscamos analisar os efeitos de diferentes programas de TMI associado a exercícios ativos de membros inferiores (MMII) e comparar os resultados de cada dispositivo utilizado com indicadores como, força muscular respiratória, capacidade funcional e QV em idosos.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma randomização aleatória, que buscou analisar se diferentes programas de TMI em idosos têm efeito positivo para o fortalecimento da musculatura respiratória, *endurance* muscular respiratória, QV e capacidade funcional. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC- -SP), sob o nº 5.955.951. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram incluídos indivíduos acima de 60 anos inscritos no núcleo de convivência de idosos (NCI) da Paróquia Maria Mãe da Igreja, local onde foram realizadas todas as intervenções. Os critérios de exclusão estabelecidos foram doença pulmonar preexistente, dificuldade de locomoção para a realização das atividades, déficit cognitivo que dificultasse a compreensão das atividades e indisponibilidade de dias e horários para realização do programa. Dessa forma, iniciou-se com 30 participantes, porém após início do estudo ocorreram 3 desistências, totalizando então 27 idosos participantes dos programas, sendo 23 mulheres e 4 homens.

O programa de TMI teve duração de 12 sessões, distribuídas em 6 semanas, com duas sessões semanais. Formou-se três grupos, aleatoriamente de maneira cega, com diferentes abordagens em cada um deles, com 10 participantes no grupo 1 (G1), 10 participantes no grupo 2 (G2) e 7 participantes no grupo controle (GC), após desistências de idosos que participavam desse grupo por motivos relevantes, relacionados a saúde.

Todos os participantes foram avaliados antes e após a finalização do programa pelos mesmos pesquisadores.

A *endurance* muscular respiratória foi realizada por meio da ventilação voluntária máxima (VVM) com um espirômetro, Spirobank II. As pressões respiratórias máximas foram analisadas por meio da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) e da pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), com um manovacuômetro analógico +/- 300 cmH<sub>2</sub>O. A expansibilidade pulmonar foi mensurada por meio da cirtometria axilar e xifóide. Para análise da QV foi aplicado o questionário SF-36, na versão brasileira, composto por 11 questões e 36 itens divididos em oito domínios, representados por capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos

sociais, aspectos emocionais e saúde mental. O escore varia de 0 a 100, sendo 0 o pior e 100 o melhor.<sup>10, 13</sup> A capacidade funcional foi avaliada por meio do teste de sentar e levantar da cadeira em 1 minuto (TSL1), elegido por ser de fácil e rápida aplicação e eficiente por se correlacionar com situações de atividades do cotidiano.<sup>14, 15</sup> Foram coletadas a frequência cardíaca (FC) inicial e final ao TSL1 e examinada a tolerância ao exercício por meio da escala de Borg.<sup>16</sup> Para a realização do TSL1 foi utilizada uma cadeira, sem braços de apoio, o indivíduo foi instruído a cruzar os braços sobre o tórax para que não realizasse compensação do movimento.

O G1 realizou o TMI com o dispositivo de carga linear (Respiron®) e faixas elásticas na região superior do tórax e diafragmática. Nas primeiras 6 sessões foram feitas 3 séries de 10 repetições, iniciando em um nível que dificultasse elevar as 3 esferas, evoluindo para 4 séries de 12 repetições a partir da sétima sessão, alterando o grau de dificuldade de forma individualizada.<sup>17</sup> O uso da faixa elástica na região superior do tórax e na região diafragmática, garantiu resistência durante as inspirações e seguiu o mesmo padrão de repetição. No G2 o TMI foi realizado com dispositivo com carga resistiva (Powerbreathe®) iniciado com carga entre 50-60% da PImáx, 4 séries de 15 repetições, a partir da sétima sessão houve progressão da carga para 70-80% da PImáx.<sup>18,19</sup> E o GC realizou exercícios respiratórios orientados iniciando com 2 séries de 5 repetições para cada exercício: inspiração máxima sustentada enfatizando intercostais externos; inspiração máxima sustentada enfatizando diafragma; inspiração fracionada em 3 tempos com flexão de ombro enfatizando intercostais externos; inspiração fracionada em 3 tempos abduzindo os ombros enfatizando diafragma; a progressão se deu a partir da sétima sessão com 2 séries de 8 repetições, com exercícios de inspirações máximas resistido por faixa elástica na região superior do tórax e diafragma. Além do TMI, todos os grupos realizaram o sentar e levantar da cadeira iniciando com 4 séries de 10 repetições e progredindo a partir da sétima sessão para 4 séries de 15 repetições.

## RESULTADOS

### *Caracterização da amostra*

A amostra foi composta em sua maioria por mulheres (85%) e 52% possuíam o ensino fundamental completo ou incompleto. A média de idade foi 69 anos. A maioria dos participantes eram ativos e praticantes de atividades propostas pelo NCI, como dança, pilates ou caminhadas entre 2 a 4 vezes na semana (89%). Em relação ao IMC, a maioria dos idosos estava com sobrepeso (52%).

Foi possível identificar diferenças estatisticamente significativas na idade dos participantes ( $p=0,04$ ) e a presença de diabetes ( $p=0,03$ ). Os participantes do GC eram mais idosos comparativamente aos do G1 e neste havia mais participantes com diabetes comparativamente aos dos GC e G2. Para as demais características não foi possível detectar diferenças significativas entre os grupos, como visto na Tabela 1.

**Tabela 1:** Características demográficas, presença de comorbidades e dados antropométricos de acordo com os grupos.

Característica	Grupo			Total (n=27)	P
	GC (n=7)	G1 (n=10)	G2 (n=10)		
<b>Sexo</b>					
Feminino	6 (85.7)	8 (80)	9 (90)	23 (85.2)	0.82
Masculino	1 (14.3)	2 (20)	1 (10)	4 (14.8)	
<b>Idade (anos)</b>					
média (dp)	73.3 (6.4)	65.4 (4.6)	70.5 (6.7)	69.3 (6.6)	<b>0.04</b>
mediana (Q1-Q3)	72.0 (69.5-75.5)	65.0 (61.8-67.8)	70.5 (68.3-75.5)	69.0 (65.0-74.0)	

<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
média (dp)	27.1 (4.2)	29.3 (3.8)	27.8 (4.0)	28.2 (3.9)	0.47
mediana (Q1-Q3)	28.0 (26.2-29.0)	29.9 (26.9-31.9)	27.3 (26.1-29.1)	28.0 (26.2-30.8)	
<b>Escolaridade</b>					
Ens fundamental*	4 (57.1)	6 (60)	4 (40)	14 (51.9)	0.64
Ens médio/superior <sup>&amp;</sup>	3 (42.9)	4 (40)	6 (60)	13 (48.1)	
<b>Tabagista</b>					
Não	3 (42.9)	5 (50)	7 (70)	15 (55.6)	0.49
Sim	4 (57.1)	5 (50)	3 (30)	12 (44.4)	
<b>Consome álcool</b>					
Não	6 (85.7)	9 (90)	7 (70)	22 (81.5)	0.49
Sim	1 (14.3)	1 (10)	3 (30)	5 (18.5)	
<b>Diabetes</b>					
Não	6 (85.7)	4 (40)	9 (90)	19 (70.4)	<b>0.03</b>
Sim	1 (14.3)	6 (60)	1 (10)	8 (29.6)	
<b>Faz atividade física?</b>					
Não	1 (14.3)	0 (0)	2 (20)	3 (11.1)	0.35
Sim	6 (85.7)	10 (100)	8 (80)	24 (88.9)	

dp: desvio padrão; Q1: primeiro quartil; Q3 terceiro quartil;

\*fundamental I, II, completo ou incompleto; & ensino médio completo ou incompleto

### *Efeito dos programas de TMI nos parâmetros respiratórios*

Na Tabela 2 constam os indicadores respiratórios. Pode-se observar diferença expressiva na VVM ( $p=0,002$ ): o GC apresentou valores significativamente menores comparativamente aos dos G1 e G2.

Quando comparamos os valores da cirtometria axilar, da cirtometria xifóide e da PEmáx após as 12 sessões de TMI com os valores iniciais ao TMI, os três parâmetros apresentaram melhora significativa, mas essa melhora foi similar entre os GC, G1 e G2. Para a cirtometria axilar, a melhora foi similar entre os grupos ( $p=0,67$ ), e esse aumento foi, em média, igual a 0.56 cm ( $p=0,0043$ ). Para a cirtometria xifóide, a melhora foi similar entre os grupos ( $p=0,94$ ), e esse aumento foi, em média, igual a 0.67 cm ( $p=0,0005$ ). A PEmáx aumentou de forma similar entre os grupos ( $p=0,14$ ), e esse aumento foi, em média, igual a 13.7 cmH<sub>2</sub>O cm ( $p=0,0003$ ).

Quando comparamos os valores da VVM e da PImáx após as 12 sessões de TMI com os valores iniciais ao TMI, os dois parâmetros apresentaram melhora significativa após o TMI e com diferença expressiva entre os grupos. A VVM dos grupos G1 e G2 aumentou, em média, 41,61 L/min ( $p<0,01$ ) e 28,76 L/min ( $p<0,01$ ) após o TMI, respectivamente, comparativamente ao GC. Comparativamente ao G2, o grupo G1 teve um aumento de, em média, 12,9 L/min na VVM, mas sem significância estatística ( $p=0,07$ ). A PImáx dos grupos G1 e G2 diminuiu em média, -8,4 cmH<sub>2</sub>O ( $p<0,01$ ) e -46,04 cmH<sub>2</sub>O ( $p<0,01$ ) após o TMI, respectivamente, comparativamente ao GC. Comparativamente ao G1, o G2 teve uma diminuição de, em média, -4,97 cmH<sub>2</sub>O na PImáx, mas ganho sem significância estatística ( $p=0,57$ ).

**Tabela 2:** Parâmetros respiratórios antes e após o TMI de acordo com os grupos<sup>a</sup>.

	GC (n=7)		G1 (n=10)		G2 (n=10)		p <sub>basal</sub>	p <sub>grupo</sub>
	pré TMI	pós TMI	pré TMI	pós TMI	pré TMI	pós TMI		
<b>Cirtometria axilar (cm)</b>	4.7 (1.5)	5.1 (1.1)*	4.4 (0.7)	4.9 (0.7)&	4.1 (1.4)	4.8 (1.5) <sup>#</sup>	0.589	0.67
<b>Cirtometria xifóide (cm)</b>	3.9 (1.5)	4.3 (1.1)*	3.6 (1.4)	4.1 (1.4)&	3.3 (1.4)	4.3 (1.3) <sup>#</sup>	0.73	0.94
<b>VVM (L/min)</b>	48.2 (9.0)	54.1 (10.2)*	80.3 (15.7)	89.4 (18.5)&	67.6 (19.4)	76.3 (16.7) <sup>#</sup>	<b>0.002</b>	<b>&lt;0.001</b>
<b>PI<sub>máx</sub> (cmH<sub>2</sub>O)</b>	-35.7 (19.9)	-41.4 (13.5)*	-46.0 (25.0)	-69.0 (20.2)&	-56.0 (27.2)	-73.0 (22.6) <sup>#</sup>	0.266	<b>0.006</b>
<b>PI<sub>máx</sub> predito (cmH<sub>2</sub>O)</b>	-53.7 (32.4)		-65.6 (45.2)		-52.3 (33.4)		-	-
<b>PE<sub>máx</sub> (cmH<sub>2</sub>O)</b>	28.6 (21.2)	42.9 (22.9)*	49.0 (33.1)	63.0 (20.0)&	50.0 (31.3)	63.0 (26.7) <sup>#</sup>	0.297	0.14
<b>PE<sub>máx</sub> predito (cmH<sub>2</sub>O)</b>	71.6 (3.3) <sup>\$+</sup>		80.1 (11.6) <sup>\$+</sup>		73.8 (9.1) <sup>\$</sup>			

dados apresentados como média (dp); dp: desvio padrão; VVM: ventilação voluntária máxima; PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>: pressão expiratória máxima; p<sub>basal</sub>: comparação dos parâmetros antes do início do treinamento; p<sub>grupo</sub>: comparação da melhora proporcionada pelo TMI entre os grupos; \*p<0.01 na comparação com o pré TMI no GC; &p<0.01 na comparação com o pré TMI no G1; #p<0.01 na comparação com o pré TMI no G2; \$p<0.05 na comparação do predito com o observado no pré TMI; +p<0.05 na comparação do predito com o observado no pós TMI.

*Efeito dos programas de TMI na qualidade de vida*

A Tabela 3 apresenta a média e o desvio padrão para os escores dos domínios do SF-36 avaliados antes e após 12 sessões do TMI de acordo com os grupos.

Pode-se observar melhora na maioria dos domínios do SF-36 após as 12 sessões de TMI, sendo que essa melhora foi similar entre os GC, G1 e G2. As exceções foram os domínios estado geral de saúde ( $p=0,40$ ) e vitalidade ( $p=0,23$ ) que não apresentaram melhora significativa após o TMI em nenhum grupo.

**Tabela 3:** Escores dos domínios do SF-36 antes e após o TMI de acordo com os grupos<sup>a</sup>.

	GC (n=7)		G1 (n=10)		G2 (n=10)		p <sub>grupo</sub>
	pré TMI	pós TMI	pré TMI	pós TMI	pré TMI	pós TMI	
<b>Capacidade Funcional</b>	50.7 (23.4)	66.4 (17.0)*	54.0 (21.8)	75.5 (10.4)&	71.0 (23.2)	80.5 (22.3)#	0.19
<b>Aspectos Físicos</b>	42.9 (45.0)	82.1 (37.4)*	80.0 (36.9)	97.5 (7.9)&	65.0 (42.8)	77.5 (27.5)#	0.17
<b>Dor</b>	53.4 (21.1)	58.9 (22.5)*	39.9 (14.0)	59.7 (20.9)&	56.1 (20.8)	59.5 (16.6)#	0.45
<b>Estado Geral de Saúde</b>	47.9 (20.4)	46.3 (17.6)	51.0 (15.6)	56.4 (17.4)	59.5 (16.1)	62.5 (11.1)	0.10
<b>Vitalidade</b>	58.6 (13.1)	60.0 (14.4)	57.5 (17.8)	63.0 (7.9)	59.5 (9.8)	61.5 (8.2)	0.91
<b>Aspectos Sociais</b>	67.9 (36.7)	80.4 (29.6)*	71.3 (31.2)	93.8 (19.8)&	80.0 (29.0)	96.3 (11.9)#	0.26

<b>Aspectos Emocionais</b>	44.0 (46.8)	67.6 (42.2)*	56.7 (47.3)	76.7 (41.7)&	73.3 (43.9)	76.7 (38.7)#	0.69
<b>Saúde Mental</b>	63.4 (23.0)	67.4 (19.4)*	68.0 (25.1)	79.2 (18.6)&	69.2 (29.6)	75.6 (20.7)#	0.49

apresentados como média (dp); dp: desvio padrão; p grupo: comparação entre os grupos da melhora proporcionada pelo TMI; \*p<0.01 na comparação com o pré no GC; &p<0.01 na comparação com o pré no G1; #p<0.01 na comparação com o pré no G2.

#### *Efeito dos programas de TMI na capacidade funcional*

A tabela 4 apresenta os dados referentes ao TSL1 de acordo com os grupos. Quando comparamos o número de repetições realizadas no TSL1 após as 12 sessões de TMI com os valores iniciais ao TMI, observamos melhora significativa para os GC, G1 e G2.

**Tabela 4:** Repetições realizadas no TSL1 antes e após o TMI de acordo com os grupos<sup>a</sup>.

GC		G1		G2		p <sub>grupo</sub>
pré TMI	pós TMI	pré TMI	pós TMI	pré TMI	pós TMI	
16.7 (6.3)	24.1 (4.6)*	17.4 (7.0)	27.2 (5.5)&	22.8 (3.9)	31.5 (7.5)#	<b>0.016</b>

<sup>a</sup>dados apresentados como média (dp); dp: desvio padrão; p grupo: comparação entre os grupos da melhora proporcionada pelo TMI; \*p<0.01 na comparação com o pré no GC; &p<0.01 na comparação com o pré no G1; #p<0.01 na comparação com o pré no G2.

## DISCUSSÃO

Descrevemos os resultados de um estudo controlado e randomizado que avaliou os potenciais benefícios de programas de TMI com diferentes dispositivos associado a treino ativo de membros inferiores (MMII) em idosos saudáveis.

Os programas de TMI foram propostos com dispositivo respiratório a fluxo de carga linear e faixas elásticas para o G1, com dispositivo de carga resistiva para o G2 e com exercícios inspiratórios ativos e com faixas elásticas para o GC, sendo que todos os grupos obtiveram melhora nos parâmetros avaliados, cirtometria axilar e xifóide, VVM, PImáx e PEMáx e conseqüentemente na capacidade funcional e QV. Todos os grupos tiveram uma abordagem terapêutica que visou melhorar a força e a eficiência dos músculos respiratórios, resultando em benefícios para a função pulmonar e a capacidade respiratória. Esta intervenção é especialmente relevante em contextos de prevenção ao declínio pulmonar decorrente do processo de envelhecimento. Há estudos com evidências eficazes de treinamentos como feito neste estudo, principalmente na população idosa, indivíduos com COVID-19 e portadores de DPOC.<sup>9, 20</sup>

Estudos recentes que utilizaram o TMI apontaram melhora nas pressões respiratórias máximas, bem como no ganho de força e resistência muscular respiratória, melhorando a função pulmonar e diversos aspectos da QV. Pesquisas como as realizadas por Ferraro et al<sup>18</sup>, Reychler et al<sup>21</sup> e Araújo et al<sup>10</sup> respaldam a importância e relevância de treinar essas musculaturas, validando hipóteses que devem ser mais profundamente estudadas, expandidas e aplicadas na população idosa.

A expansibilidade pulmonar observada por meio da cirtometria axilar e xifóide apresentou expressiva melhora em todos os grupos, destacando o G2, que ainda se mostrou mais significativa. Nos refere a melhora da função respiratória já que uma capacidade pulmonar aprimorada gera uma maior oxigenação, com isso há uma melhora na tolerância ao exercício e menos esforços nas atividades de vida diária, evidenciando o papel preventivo para o declínio funcional e patologias pulmonares. Reychler et al<sup>21</sup>, realizou durante 4 semanas um TMI com dispositivo de carga resistiva (Threshold), com evolução da resistência conforme as semanas de treinamento, foi aumentada em 10cmH<sub>2</sub>O por semana. O estudo comparou com outros 2 grupos, sendo um controle e outro utilizando inspirômetro de incentivo. Destacaram melhora da mobilidade torácica por meio da

cirtometria axilar e xifóide. Já no estudo de Basso-Vanelli et al <sup>22</sup>, que comparou os efeitos do treinamento muscular inspiratório e exercícios calistênicos associado a treinamento físico em indivíduos com DPOC, analisando força, resistência, mobilidade toracoabdominal, capacidade de exercício físico e redução da dispneia aos esforços, mostraram resultados positivos com TMI realizado com Powerbreathe® associado ao treinamento físico, similar ao utilizado com G2 deste estudo.

Já a VVM, avaliada por meio da espirometria, mostrou melhora importante em todos os grupos, evidenciando a eficácia dos programas de treinamento oferecidos para este indicador específico. O aprimoramento fornecido na VVM não apenas aponta para uma resistência muscular respiratória maior, mas também sugere benefícios concretos para a melhora da tolerância ao exercício, destacando a influência significativa positiva destas intervenções no sistema respiratório e no bem-estar geral dos participantes. <sup>21</sup>

A PImáx dos grupos G1 e G2 apresentaram melhora considerável, em que os dispositivos apresentaram resultados positivos na força muscular inspiratória, resultado esse semelhante ao estudo de Rosa et al <sup>9</sup> que utilizaram o Respirom® como dispositivo para analisar e avaliar a eficácia do treinamento muscular respiratório a fluxo em pacientes com DPOC e como resultado destacou a melhora significativa da PImáx em comparação com os valores do pré e pós-treinamento. E no estudo de Araújo et al <sup>10</sup>, que revisou os efeitos do TMI com carga resistiva sobre a força muscular inspiratória, QV e capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca, resultando em melhora nas três variáveis, mas principalmente na PImáx.

O TMI demonstrou melhora também na PEmáx em todos os grupos. Mostrando que com o fortalecimento dos músculos inspiratórios, como o diafragma e os músculos intercostais, resulta em uma maior força do sistema respiratório. Essa melhora também pode estar associada em como o TMI é capaz de influenciar na elasticidade pulmonar e torácica, uma maior elasticidade facilita a expulsão do ar durante a expiração. Também, a ativação da musculatura abdominal, desempenha um papel fundamental na otimização da eficiência respiratória. Esses músculos garantem uma força significativa que tem impacto direto na efetividade da tosse, uma vez que uma expiração vigorosa e coordenada é essencial para desencadear uma tosse eficaz, sendo importante para proteção de vias aéreas superiores. Além disso, eles assumem um papel de destaque nos ajustes posturais, fundamentais para aprimorar a mecânica respiratória e garantir uma ventilação eficiente. Portanto, os

resultados convergentes entre este estudo e o estudo de Ferreira et al<sup>23</sup>, que investigaram os efeitos de um programa de condicionamento respiratório com o uso do Respirom® em profissionais da voz demonstrando que o dispositivo gerou ganhos nas pressões respiratórias máximas resultando em uma voz forte, controlada e resistente corroboram a eficácia do TMI ao considerar não apenas a P<sub>Imáx</sub>, mas também a P<sub>Emáx</sub>, fornecendo percepções importantes sobre os benefícios do treinamento integrado para a função respiratória em idosos. Esta relação direta entre o fortalecimento da musculatura respiratória e a melhoria da tolerância ao esforço destaca a relevância do TMI na promoção da saúde pulmonar e funcional em idosos.

Vale salientar que o GC partiu de pressões respiratórias máximas abaixo do valor predito, P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub>, além disso, eram mais idosos em relação aos demais grupos, podendo indicar associação a processo de sarcopenia. Pedreira et al<sup>6</sup> destacam que as pressões respiratórias máximas podem ser marcadores de sarcopenia na população idosa, corroborando para a hipótese de que o TMI com exercícios ativos de respiração e com incentivadores respiratórios associados a exercício físico é benéfico para essa população, já que melhora a força e resistência muscular.

Dessa maneira, os resultados obtidos com G1 utilizando o Respirom® sugerem que o treinamento da musculatura inspiratória pode melhorar tanto a força muscular inspiratória como a força muscular expiratória, além de se mostrar benéfica no ganho de expansibilidade e *endurance* muscular. Por ser um dispositivo de baixo custo e fácil manuseio indicamos a sua utilização em programas que visam prevenir o declínio pulmonar funcional e fortalecer a musculatura inspiratória contribuindo assim para um melhor desempenho físico e tolerância ao exercício.<sup>9</sup>

Os resultados obtidos com G2 que realizou o treinamento com o Powerbreathe®, dispositivo portátil com carga resistiva foram expressivos para a melhora da força, resistência muscular respiratória e expansibilidade pulmonar. Tal dispositivo garantiu o uso mais intenso dos músculos respiratórios. Muitos estudos já demonstraram a eficácia da utilização deste dispositivo, porém, tem um custo elevado, dificultando o acesso à população idosa de baixa renda.<sup>18-22</sup>

Já os resultados obtidos no GC também foram interessantes, com melhora em todos os parâmetros analisados, entretanto mais evidente na expansibilidade pulmonar, força

muscular expiratória, tolerância ao exercício e na QV, mesmo que valores menos significativos quando comparados a grupos que utilizaram dispositivos para o TMI. Exercícios resistidos com faixa elástica podem auxiliar na hipertrofia, aumento da capacidade oxidativa e alterações no tipo de fibra muscular, dessa forma aumentando força e resistência muscular e tolerância ao exercício, refletindo na melhora da QV e na independência funcional. Exercícios ativos de inspiração, junto a prática de exercício físico podem ser atribuídos na prevenção do declínio funcional pulmonar, como cita Áreas et al<sup>24</sup>, que buscou avaliar os efeitos da facilitação neuromuscular proprioceptiva combinado com faixas elásticas de resistência na força muscular respiratória em mulheres saudáveis, tendo resultados positivos principalmente em relação à PEmáx e PImáx.

No que se refere a capacidade funcional, ao final do programa, todos os grupos tiveram um aumento no TSL1, mostrando que o treino ativo de MMII associado ao TMI contribuiu para a melhora da tolerância ao exercício nos idosos. Vilaça et al<sup>3</sup>, propuseram um programa de TMI com PowerBreathe® com carga de 60% da PImáx e utilizaram o TSL1 para descreverem a tolerância ao exercício e igualmente obtiveram aumento nessa variável no pós TMI.

No que corresponde a QV pudemos observar melhora significativa nos domínios avaliados. As exceções foram apenas os domínios estado geral de saúde e vitalidade, talvez por serem influenciados por diversos fatores, incluindo condicionamento físico geral, saúde cardiovascular, alimentação equilibrada e qualidade do sono. O TMI necessita ser integrado com uma rotina de estilo de vida saudável. Não houve diferença estatística entre os grupos, mas houve diferença significativa intragrupos na maioria dos domínios, como na capacidade funcional, aspectos físicos, dor, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. A proposta da realização dos programas em grupo foi uma escolha assertiva deste estudo, conferiu aos participantes a possibilidade de realizar os exercícios com supervisão, promoveu uma dinâmica de grupo e se constituiu em espaço para encontros e interação social.

Destacamos como limitações do estudo a heterogeneidade em relação ao número de participantes em cada grupo, a baixa adesão à proposta e a idade mais elevada no GC. Assim, sugerimos novos estudos que considerem os parâmetros avaliados e os equipamentos utilizados.

## **CONCLUSÃO**

Os programas propostos neste estudo com ênfase em TMI associado a exercício ativo de MMII em idosos foram eficazes para melhora da VVM e PImáx nos GC, G1 e G2. Houve melhora relevante na análise intragrupos para os parâmetros cirtometria axilar e xifóide, VVM, PImáx e PEmáx. No TSL1 a melhora foi expressiva na observação entre grupos como intragrupos. No que se refere à QV relacionada à saúde, na análise intragrupos a melhora foi significativa na maioria dos domínios, como na capacidade funcional, aspectos físicos, dor, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- IBGE. População cresce, mas número de pessoas com menos de 30 anos cai 5,4% de 2012 a 2021. Jul. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>
- 2- BEAUDARTB, Charlotte et al. “Sarcopenia in daily practice: assessment and management.” **BMC geriatrics** vol. 16,1 170. 5 Oct. 2016, doi:10.1186/s12877-016-0349-4
- 3- VILAÇA, Adriano Florencio et al. The effect of inspiratory muscle training on the quality of life, immune response, inspiratory and lower limb muscle strength of older adults: a randomized controlled trial. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia** [online]. 2019, v. 22, n. 06 [acessado 14 fevereiro 2022], e190157. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-22562019022.190157>>. Epub 30 Abr 2020. ISSN 1981-2256. <https://doi.org/10.1590/1981-22562019022.190157>.
- 4- FONSECA, Marília et al. Efeitos de programas de treinamento muscular respiratório na força muscular respiratória e na autonomia funcional de idosos. **Memorialidades**, n. 25, jan./jun. e n. 26, jul./dez. 2016, p. 89-118.[91]. Disponível em: <http://periodicos.uesc.br/index.php/memorialidades/article/view/1418>
- 5- SCHUMM, Ivana et al. Efeito do treino de força e de equilíbrio no teste sentar e levantar em idosos: um estudo preliminar. **Revista Kairós-Gerontologia**.v. 21 n. 2 (2018). Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/kairos/article/view/40951>
- 6- PEDREIRA, Rhaine Borges Santos et al. “Are maximum respiratory pressures predictors of sarcopenia in the elderly?.” **Jornal brasileiro de pneumologia** : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia vol. 48,1 e20210335. 2 Feb. 2022, doi:10.36416/1806-3756/e20210335
- 7- FECHINE, Basílio Rommel Almeida et al. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 20, 2012. Disponível em:

<https://www.fonovim.com.br/arquivos/534ca4b0b3855f1a4003d09b77ee4138-Modifica--es-fisiol--gicas-normais-no-sistema-nervoso-do-idoso.pdf>

8- RIVERO-YEVERINO, Daniela. “Espirometria: conceptos básicos” [Spirometry: basic concepts]. **Revista alergia Mexico** vol. 66,1 (2019): 76-84. Doi:10.29262/ram.v66i1.536

9- ROSA, Nathalie et al. Análise da eficácia de incentivador respiratório a fluxo sobre a força muscular respiratória, resistência e tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Rev Fac Ciênc Méd Sorocaba**. 2020;22(2):65-71. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/1984-4840.2020v22i2a5>

10- ARAÚJO, Aldair et al. Efeitos do treinamento muscular inspiratório na capacidade de exercício, força muscular inspiratória e qualidade de vida em indivíduos com insuficiência cardíaca: uma revisão sistemática. **ASSOBRAFIR Ciência**, vol.13, e44675, 2022 <http://dx.doi.org/10.47066/2177-9333.AC.2020.0043>

11- GONÇALVES, Anabela Saraiva Abrantes. Declínio funcional dos idosos e o envelhecimento ativo / Functional decline in the elderly and active aging **Coimbra; s.n; out. 2022. 98 p. ilus, tab, graf.nTese em Português | BDENF – Enfermagem**. ID: biblio-1425411

12- MIRANDA, Gabriella Morais Duarte et al. Population aging in Brazil: current and future social challenges and consequences. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 507-519, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-98232016019.150140>.

13- FERRAZ, Diego et al. Relação entre força muscular e qualidade de vida em idosos da comunidade / Relationship between muscle strength and quality of life in elderly community. **Fisioter. Bras**; 22(3): 334-345, Jul 15, 2021. <https://doi.org/10.33233/fb.v22i3.4188>

14- WISNESKY, Uirá Duarte et al. Older people's perceptions and experiences of older people with the Sit-to-stand activity: An ethnographic prefeasibility study. **Rev Lat Am**

Enfermagem [Internet]. 2023 [Acesso em 20 Jul 2023];31:e3813. doi: 10.1590/1518-8345.6128.3813.

15- PEREIRA, Mônica C. et al. (2022). One minute sit-to-stand test as an alternative to measure functional capacity in patients with pulmonary arterial hypertension. *J Bras Pneumol* 24 [Internet]. 2022 [Acesso em 20 Jul 2023];48(3):e20210483. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/WVS4Z58wJyRbGXQBkztGs7b/>

16- QUEIROZ, Maria Gabriely et al. PREVALÊNCIA DO USO DA ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO BORG NOS EXERCÍCIOS FÍSICOS: REVISÃO INTEGRATIVA. Abril de 2020 *Revista interdisciplinar em saúde* 6(5):672-681. DOI: 10.35621/23587490.v7.n1.p672-681

17- ABRÃO, Kalil et al. PHYSIOTHERAPEUTIC APPROACHES AND THE EFFECTS ON INSPIRATORY MUSCLE FORCE IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE IN THE PRE-OPERATIVE PREPARATION FOR ABDOMINAL SURGICAL PROCEDURES.. ***Arq Bras Cir Dig*** ; 32(2): e1439, 2019 Aug 26. Doi: [10.1590/0102-672020190001e1439](https://doi.org/10.1590/0102-672020190001e1439)

18- FERRARO, FV. et al. Os efeitos de 8 semanas de treinamento muscular inspiratório no equilíbrio de idosos saudáveis: um estudo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo. *Physiol Rep* , 7 ( 9 ), 2019 , e14076, <https://doi.org/10.14814/phy2.14076>

19- NUNES, Amanda et al. Efeitos agudos dos exercícios respiratórios, Threshold PEP™ e Powerbreathe® em pacientes com derrame pleural, no pós-procedimento de drenagem torácica. ***Rev Med Minas Gerais*** 2022; 32: e-32105. <http://www.dx.doi.org/10.5935/2238-3182.2022e32105>

20- MCNARRY, Melitta A et al. “Inspiratory muscle training enhances recovery post-COVID-19: a randomised controlled trial.” ***The European respiratory journal*** vol. 60,4 2103101. 6 Oct. 2022, doi:10.1183/13993003.03101-2021

21- REYCHLER, Gregory et al. Ensaio randomizado controlado do efeito do treinamento muscular inspiratório e da espirometria de incentivo na força muscular respiratória,

expansão da parede torácica e função pulmonar em idosos. **Jornal da Sociedade Americana de Geriatria** Volume 64, Edição 5, Pag 1128-1130. Maio de 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jgs.14097>

22- BASSO-VANELLI, Renata P et al. “Effects of Inspiratory Muscle Training and Calisthenics-and-Breathing Exercises in COPD With and Without Respiratory Muscle Weakness.” **Respiratory care** vol. 61,1 (2016): 50-60. doi:10.4187/respcare.03947

23- FERREIRA, L.P.; et al. Condicionamento Vocal e Respiratório (RCV) em profissionais da voz: estudos de caso. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** , [S. l.] , v. 14, pág. e67111429020, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.29020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29020>. Acesso em: 24 ago. 2023.

24- AREAS, Guilherme P T et al. “Effect of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation combined with elastic resistance bands on respiratory muscle strength: a randomized controlled trial.” *Brazilian journal of physical therapy* vol. 17,6 (2013): 541-6. doi:10.1590/S1413-35552012005000131