

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E
INFORMÁTICA INDUSTRIAL - CPGEI**

GUILHERME MEDEIROS DE ALVARENGA

**EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO DO MÉTODO PILATES COM O TREINAMENTO
MUSCULAR INSPIRATÓRIO NA FUNÇÃO PULMONAR EM IDOSAS**

TESE DE DOUTORADO

**CURITIBA
2018**

GUILHERME MEDEIROS DE ALVARENGA

**EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO DO MÉTODO PILATES COM O TREINAMENTO
MUSCULAR INSPIRATÓRIO NA FUNÇÃO PULMONAR EM IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para obtenção do Título de “Doutor em Ciências” – Área de Concentração: Engenharia Biomédica.
Orientador: Prof. Dr. Humberto Remigio Gamba

**CURITIBA
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A473e
2018
Alvarenga, Guilherme Medeiros de
Efeitos da associação do método Pilates com o treinamento muscular inspiratório na função pulmonar em idosos / Guilherme Medeiros de Alvarenga. -- 2018.
57 f.: il.; 30 cm

Disponível também via World Wide Web.
Texto em português com resumo em inglês.
Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. Área de Concentração: Engenharia Biomédica, Curitiba, 2018.
Bibliografia: f. 50-55.

1. Pilates, Método. 2. Exercícios respiratórios - Uso terapêutico. 3. Idosas. 4. Testes de função respiratória. 5. Aptidão física em idosos. 6. Fisioterapia. 7. Instrumentos e aparelhos médicos. 8. Engenharia biomédica. 9. Engenharia elétrica - Teses. I. Gamba, Humberto Remigio, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 621.3

Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR
Biblioteca: Luiza Aquino Natsumoto CRB - 9/794



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

TERMO DE APROVAÇÃO DE TESE Nº 166

A Tese de Doutorado intitulada “**Efeitos da Associação do Método Pilates com o Treinamento Muscular Inspiratório na Função Pulmonar em Riosas**”, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) **Guilherme Medeiros de Alvarenga**, no dia 22 de março de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração Engenharia Biomédica, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Humberto Remigio Gamba - Presidente – (UTFPR)

Prof(a). Dr(a). Luiz Cesar Guarita Souza – (PUC-PR)

Prof(a). Dr(a). Vinícius Coneglian Santos – (Universidade Positivo)

Prof(a). Dr(a). Júlio Cesar Francisco – (Universidade Positivo)

Prof(a). Dr(a). Joaquim Miguel Maia - (UTFPR)

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 22 de março de 2018.

DEDICATÓRIA

Aos meus estimados e saudosos pais José Luiz e Hebe Alvarenga.
À minha amada família Alessandra, Laura, Luiza e Lívia Maria.

AGRADECIMENTOS

Ao Divino Mestre pelo dom da vida e por me dar condições de ser e pensar.

Ao meu estimado amigo e Orientador Prof. Dr. Humberto Remigio Gamba por já tantos anos de convívio e por me permitir chegar até aqui. Sua confiança em mim foi essencial para aumentar minhas responsabilidades.

Ao CPGEI por me permitir fazer parte do programa e me apoiar nas atividades e publicações provenientes deste trabalho.

À Universidade Positivo e à coordenação do Curso de Fisioterapia por me permitir tempo e estrutura para cumprir com essa missão.

À minha esposa Alessandra e minhas filhas Laura, Luiza e Lívia Maria por compreenderem minhas ausências e meus objetivos mais sinceros.

Aos meus queridos irmãos Elcka, Frederico, Patrícia e Rodrigo, por compartilhar moradas, incentivos, apoio e acima de tudo a certeza de que com vocês eu posso mais.

À minha família, a Rifinfin, que sempre acreditou em minha capacidade e que com certeza estão felizes com este trabalho concluído.

E por fim, à minha mãe Dona Hebe e meu pai José Luiz, ausentes, mas, que com certeza, estariam muito satisfeitos com essa realização. Saibam que toda a inspiração para eu cuidar dos meus pacientes, vem dos senhores. Saudades eternas!!!!

Pois quando a sabedoria entrar no teu coração,
e o conhecimento for agradável à tua alma,
o bom siso te guardará e a inteligência te conservará.
(Salomão, Rei de Israel)

RESUMO

ALVARENGA, Guilherme. **Efeitos da associação do Método Pilates com o treinamento muscular inspiratório na função pulmonar em idosas.** 57 folhas. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Elétrica e informática Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

O envelhecimento é progressivo, seus efeitos no sistema respiratório são alterações na composição dos tecidos conjuntivos do pulmão influenciando na complacência torácica e na complacência pulmonar. O *Powerbreathe*® K5 é utilizado para o treino dos músculos inspiratórios, com ajuste de resistência adequando ao nível da musculatura inspiratória a ser treinada. O método Pilates promove o reequilíbrio muscular com exercícios que dão ênfase ao *powerhouse*. O objetivo do estudo foi analisar a influência do treino muscular inspiratório combinado com o método Pilates na função pulmonar em mulheres idosas.

Participaram do estudo, indivíduos com 60 anos ou mais de idade, mulheres ativas, sem fraturas recentes e sem uso de dispositivos para a marcha. Foram randomizadas e divididas em Grupo Pilates com treinamento respiratório (n=11), um grupo com o método Pilates (n=11) e um grupo controle (n=9). Antes e após a intervenção, os procedimentos avaliativos foram: espirometria, manovacuometria, teste de caminhada de 6 minutos, abdominal *Curl Up Test* e variáveis pulmonares. O protocolo mostrou que houve um incremento na pressão inspiratória máxima e nas forças pulmonares ($p < 0,0001$), força muscular expiratória ($p < 0,0014$), teste de caminhada de seis minutos ($p < 0,01$), teste abdominal *crul up* ($p < 0,00001$). O grupo controle não apresentou diferença significativa nas variáveis analisadas ($p > 0,05$). Os resultados desse estudo sugerem que o treinamento muscular inspiratório associado com o método Pilates promovem um incremento na função pulmonar e no condicionamento físico de pacientes idosos.

PALAVRAS-CHAVE: Fisioterapia; Idosos; TMI; Capacidade Pulmonar.

ABSTRACT

ALVARENGA, Guilherme. **Effects of Pilates method in association with inspiratory muscle training in lung function in elderly women.** 57 pages. Doctoral Thesis (Doutorado em Engenharia Elétrica e informática Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Aging is progressive, its effects on the respiratory system are changes in the composition of the connective tissues of the lung influencing the thoracic compliance and lung compliance. *Powerbreathe*® K5 is used for the inspiratory muscle training, with resistance adapted to the level of the inspiratory muscles to be trained. The Pilates method promotes muscle rebalancing exercises that emphasize the powerhouse. The aim of this study was to evaluate the influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women. The participants were sixty-years-old or more, active women, no recent fractures and not users of gait devices. They were randomized and divided into a Pilates Group with Inspiratory Training (n = 11), a Group with the Pilates method (n = 11) and a control group (n = 9). Pre and post twenty intervention with evaluation procedures: spirometry, manovacuometry, six-minute walk test, abdominal Curl Up Test, pulmonary variables. The protocol showed an increase in maximal inspiratory muscle strength, pressure and power pulmonary ($p < 0,0001$), maximal expiratory muscle strength ($p < 0,0014$), six-minute walk test ($p < 0,01$), abdominal curl up test ($p < 0,00001$). The control group showed no difference in the variables analyzed ($p > 0,05$). The results of this study suggest inspiratory muscle training associated with the Pilates method provides an improvement in lung function and physical conditioning of patients elderly.

KEYWORDS: Physical Therapy; Elderly; IMT; Pulmonary Capacity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Normas consolidadas de ensaios de relatório (Consort) diagrama de fluxo do ensaio randomizado..... 28
- Figura 2: Destaca-se na imagem o equipamento *Powerbreathe*® K5 Series (a) e a interface do *Software* demonstrando o *feedback* visual representado por um velocímetro no momento do treino (b)..... 33
- Figura 3: Médias e intervalos de confiança (95%) das pressões inspiratórias máximas (PImáx) pré e pós-período de intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * p= 0,000000/ ** p=0,024703. 38
- Figura 4: Médias e intervalos de confiança (95%) das pressões expiratórias máximas (PEmáx) pré e pós-período de intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * p= 0,000006 / ** p=0,000280. 41
- Figura 5: Médias e intervalos de confiança (95%) do teste de caminhada de seis minutos (TC6), pré e pós-intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * p= 0,000003 / ** p=0,000000. 42
- Figura 6: Médias e intervalos de confiança (95%) do teste Abdominal Curl Up Test, em número de repetições, pré e pós-intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * p= 0,000006 / ** p=0,000004. 44
- Figura 7: Médias e intervalos de confiança (95%) de pressão, em cm/H2O, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI. 45
- Figura 8: Médias e intervalos de confiança (95%) de força, em newton, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI. 46
- Figura 9: Médias e intervalos de confiança (95%) de fluxo, em litros/seg, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI. 46
- Figura 10: Média de energia, em joules, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI. 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Apresentação da construção da racionalidade do estudo que motivou a presente pesquisa..	21
Tabela 2: Variáveis analisadas no presente estudo	33
Tabela 3: Apresentação dos dados antropométricos: idade, altura, peso e índice de massa corpórea (IMC) dos integrantes dos grupos GPTI, GP e GC.....	36
Tabela 4: Médias e Desvios Padrão (DP) da capacidade vital forçada (CVF) e Volume Expiratório Forçado em 1 segundo (VEF ₁) dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.	37
Tabela 5: Médias e Desvios Padrão (DP) da pressão inspiratória máxima dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.	38
Tabela 6: Médias e Desvios Padrão (DP) da pressão expiratória máxima dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.	40
Tabela 7: Médias e Desvios Padrão (DP) no Teste de Caminhada de Seis minutos dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.	42
Tabela 8: Médias e Desvios Padrão (DP) da Abdominal Curl Up Test dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.	43
Tabela 9: Médias e Desvios Padrão (DP) de força, fluxo, e energia após o uso do TMI pelo grupo GPTI no 1º, 14º e 28º dias. P-valor da Análise da Variância para Medidas Repetidas.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

TMI	Treinamento Muscular Inspiratório
PImáx	Pressão Inspiratória Máxima
PEmáx	Pressão Expiratória Máxima
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
GPTI	Grupo Pilates e Treinamento Inspiratório
GP	Grupo Pilates
GC	Grupo Controle
TC6MIN	Teste de Caminhada de Seis Minutos
VEF1	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
CVF	Capacidade Vital Forçada
VR	Volume Residual
CPT	Capacidade Pulmonar Total
ISP	Instituto São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	18
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo Geral.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	19
1.3 HIPÓTESES.....	19
1.4 ESTRUTURA DA TESE	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Processo de envelhecimento do sistema respiratório	22
2.2 Processo de envelhecimento do sistema osteomuscular.....	22
2.3 Treinamento inspiratório	23
2.4 Método Pilates.....	24
2.5 Como o método Pilates funciona.....	25
3. METODOLOGIA.....	26
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	26
3.2 LOCAL DO ESTUDO	26
3.3 AMOSTRA	26
3.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA	27
3.4.1 Critérios de inclusão	27
3.4.2 Critérios de exclusão.....	27
3.4.3 Alocação dos Grupos	27
3.5 PROTOCOLO DO ESTUDO	28
3.5.1 Protocolo de Avaliação	28
3.5.2 Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ).....	29
3.5.3 Espirometria.....	29
3.5.4 Manovacuometria	29
3.5.5 Teste de caminhada de 6 minutos	30
3.5.6 Abdominal <i>Curl Up Test</i>	30
3.6 INTERVENÇÃO.....	31
3.6.1 Intervenção Pilates	31
3.6.2 Treinamento muscular respiratório	32
3.7 VARIÁVEIS	33
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
3.9 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Dados Antropométricos.....	36
4.2 Espirometria.....	36
4.3 Pressão Inspiratória Máxima.....	37
4.4 Pressão Expiratória Máxima	40
4.5 Teste de Caminhada de Seis Minutos	41

4.6	Abdominal <i>Crul Up</i>	43
4.7	Variáveis pulmonares de pressão, força, fluxo e energia após o uso do TMI pelo GPTI	45
5.	CONCLUSÃO	49
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50
7.	APENDICE 1: FICHA DE AVALIAÇÃO	56
7.1	APENDICE 2 : PUBLICAÇÕES RESULTANTES DA TESE.....	57

1. INTRODUÇÃO

A população mundial está em exponencial processo de envelhecimento, fator este relacionado principalmente com a diminuição da fertilidade e o aumento da expectativa de vida, estima-se que a proporção de pessoas com idade igual e superior a 60 anos cresça em todas as regiões do mundo. No entanto, as experiências de vida das pessoas em idades mais avançadas variam significativamente de acordo com o local em que habitam (ONU, 2015).

Em números, atualmente, temos cerca de 901 milhões de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos no mundo, representando 12,3 % da população global. Em 2050, este número terá aumentado para 2,1 bilhões ou 20 % da população global (UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2017).

Todas as pessoas devem viver o melhor possível em cada etapa das suas vidas, com dignidade e liberdade de escolha. À medida que os países envelhecem, precisam de investimento no apoio aos contribuintes, experiência e conhecimento do número crescente de cidadãos mais velhos. Um exemplo é o Japão, um país em hiper-envelhecimento, com um terço da sua população acima dos 60 anos. Nos anos de 1960, adotou-se uma política social abrangente, introduziu um sistema universal de saúde, uma pensão social universal e um plano para a redistribuição de rendimento, baixas taxas de desemprego e tributação progressiva. Estes investimentos foram recompensados com uma força de trabalho mais saudável e uma maior longevidade. Consequentemente, o Japão é, não só o país mais velho, mas também um dos mais saudáveis e ricos do mundo (HELPAGE, 2013).

Fisiologicamente, o envelhecimento é visto como um processo dinâmico e progressivo. Ao estudarmos os sistemas corporais, chama-se a atenção para os efeitos do declínio funcional no sistema respiratório, observado pelas alterações na quantidade e na composição dos componentes dos tecidos conjuntivos do pulmão, como elastina, colágeno e proteoglicanas, que influenciam na redução da complacência torácica e aumento da complacência pulmonar (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014). A maior consequência é a redução da capacidade vital, que é a capacidade de se expelir o ar dos pulmões após uma inspiração profunda máxima e o aumento do volume residual, caracterizado como o volume de ar que permanece nos pulmões após a expiração, além do fechamento precoce de pequenas vias aéreas (PASCOTINI et al., 2013).

Ainda, os bronquíolos tornam-se menos resistentes, facilitando o colapso expiratório, ocorre também a diminuição do número de alvéolos, pela ruptura dos septos interalveolares e

consequente fusão alveolar, gerando deste modo, a diminuição da área de superfície total respiratória (RUIVO et al., 2009). Doenças relacionadas ao aparelho respiratório, como por exemplo, a pneumonia e as doenças obstrutivas das vias aéreas, correspondem à terceira causa de óbito entre os idosos no Brasil (CARMO et al., 2010; MAIA et al., 2006). Esse fator pode ser explicado pela suscetibilidade do idoso às infecções dos aparelhos respiratório, bem como, suas complicações associadas (NETTO, 2007). Essa suscetibilidade pode ser atribuída à diminuição progressiva das funções pulmonares na pessoa idosa, determinadas pela perda da elasticidade pulmonar, da capacidade vital e do volume expiratório forçado (volume de ar inalado em um tempo específico), além da diminuição da função ciliar e reflexo de tosse (CARMO et al., 2010).

O declínio da função pulmonar está associada o aumento da taxa de mortalidade e, além disso, o conhecimento das mesmas contribui para a detecção e prevenção de disfunções respiratórias em idosos (RUIVO et al., 2009).

A capacidade de gerar fluxo de ar satisfatório no momento da tosse está diretamente relacionada com a força da musculatura respiratória (FREITAS, 2016). Com o processo de envelhecimento ocorre diminuição de força da musculatura respiratória, devido à redução do número de unidades motoras e do volume das fibras musculares tipos I e II, afetadas pela sarcopenia e dinapenia (OLIVEIRA et al., 2013). Com a capacidade de gerar fluxo de ar reduzido, pode haver comprometimento dos mecanismos de defesa do sistema imunológico da árvore brônquica, especificamente, no *clearance* pelas células calciformes e na filtração das vias aéreas, promovendo maior risco de desenvolvimento de infecção aguda do trato respiratório (FREITAS, 2016).

Em revisão sistemática, realizada com estudos controlados, para verificar o tratamento fisioterapêutico aplicado nos doentes pulmonares obstrutivos crônicos, na fase hospitalar da reabilitação, foi possível constatar que existe falta de evidência científica e estudos de uma qualidade metodológica desejada, bem como, ficou evidenciado que não há consenso na literatura sobre os métodos de tratamento eficazes para este tipo de disfunção pulmonar (ALVARENGA et al., 2016).

O treinamento muscular inspiratório (TMI), é um recurso que promove a melhora na força muscular respiratória e melhora na capacidade funcional em idosos (ARCHIZA et al., 2013). A inclusão do fortalecimento da musculatura inspiratória nos programas de treinamento físico dos idosos pode ser considerada como um recurso fisioterapêutico importante (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014).

Atualmente encontra-se no mercado dois tipos de aparelhos para o TMI, sendo a maneira efetiva de se trabalhar a força dos músculos inspiratórios. O *Threshold*® (*Respironics, Cedar Grove, NJ, EUA*) e o *PowerBreathe*® (*Hab Direct, UK*), ambos instrumentos utilizados para o treino dos músculos respiratórios, desenvolvidos através de ajustes da resistência de carga.

Alguns estudos demonstram o uso do TMI em idosas institucionalizadas e não-institucionalizadas. Nestes, avaliou-se a pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}), a pressão expiratória máxima (P_{Emáx}), a qualidade de vida e a funcionalidade pulmonar, com o uso do *Threshold*® com o uso de protocolos que treinaram os indivíduos em 10 semanas, com 20 minutos diários, 3x por semana, divididos em 7 séries de 2 minutos cada, com intervalo de 1 minuto entre as séries. As cargas ajustadas inicialmente com 50% da P_{Imáx}, evoluindo 10% por semana, até a 4ª semana. Da 5ª à 8ª semana, aumento de 5% por semana, chegando 100% do total da mesma. As últimas 2 semanas mantendo 100%. Os resultados demonstraram um aumento das pressões porém, sem estatística significativa deste aumento constatada nas institucionalizadas, fato esse justificado pelo alto grau de limitações funcionais, principalmente as cognitivas, encontradas nessa população (CADER et al., 2007; CEBRIÀ I IRANZO et al., 2013).

Com o envelhecimento, há diminuição lenta e progressiva da massa muscular, sendo o tecido nobre substituível por gordura e colágeno. Estima-se que a massa muscular diminui 50% dos 20 aos 90 anos. Para esses declínios designaram sarcopenia e dinapenia, termos que denotam o complexo processo de envelhecimento muscular associado a diminuições da massa, da força, da potência e da velocidade de contração muscular (SANTILLI et al., 2014). Estima-se que após os 60 anos a prevalência da sarcopenia seja da ordem de 30%, aumentando progressivamente com o envelhecimento (FREITAS, 2016).

O acometimento do aparelho osteomuscular é um marco do envelhecimento e, inexoravelmente, é o maior responsável pela perda funcional na velhice. As principais consequências são a redução da atividade física, risco de quedas, fraturas, risco alto de obesidade, aumento da resistência a insulina e menos gasto energético total (redução do metabolismo basal), suficiente para aumentar o risco de diabetes mellitus tipo II, hipertensão arterial e dislipidemia (DIABETES CARE, 2018; MORAES, 2008).

O estudo envolvendo a aplicação de plataforma vibratória em idosos ativos, com o propósito de verificar o risco de quedas, a qualidade de vida e performance física, mostrou-se efetivo no tocante a capacidade funcional, saúde mental e no senso de posição corporal, comprovando que o exercício físico na população idosa, continua sendo o melhor mecanismo

de prevenção de doenças, principalmente as músculo-esqueléticas (ALVARENGA et al., 2016).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), desde 1998, refere-se à inclusão do treino de força como parte integrante do programa de atividade física do idoso (ACSM, 2014).

Para o treinamento da musculatura respiratória e melhora da funcionalidade e da condição cardiorrespiratória utiliza-se métodos como o Pilates, técnica aplicada na prática clínica visando promover o reequilíbrio muscular, sua abordagem concentra-se na realização contínua da inspiração ao iniciar o movimento, seguida pela expiração ao executá-lo, tendo o abdômen como centro de força; o profissional utiliza-se de comandos verbais focando o alinhamento da coluna e dos membros inferiores (FONSECA et al., 2010).

O método Pilates é uma prática eficaz na melhora da qualidade de vida de indivíduos sedentários no que se refere às condições cardiorrespiratórias, na melhora de todos os sinais vitais, e mais precisamente, na melhora da frequência respiratória, da pressão arterial sistólica, da pressão expiratória máxima e da capacidade vital funcional (LIBERALINO et al., 2013).

1.1 JUSTIFICATIVA

Conforme citado, o risco de morte pelas alterações respiratórias denota preocupação excessiva a respeito deste assunto. Destaca-se também a necessidade de ênfase no reequilíbrio osteomuscular, principalmente para a manutenção da função pulmonar e da funcionalidade. Para reduzir estes riscos, pode-se fazer uso de recursos voltados para o TMI e técnicas específicas como o método Pilates, devidamente associadas, para o treinamento destas musculaturas, justificando-se assim o presente estudo.

A prática de exercícios físicos tem se mostrado eficiente na melhoria da musculatura respiratória (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014). O método Pilates é um dos recursos utilizados na prática clínica com objetivo de promover o reequilíbrio muscular. Os exercícios dão ênfase ao centro do corpo (*powerhouse*) (LIBERALINO; SOUSA; SILVA, 2013; SACCO et al., 2005) e trabalham a respiração como o fator primordial no início do movimento. O método Pilates favorece a organização do tronco pelo recrutamento dos músculos estabilizadores profundos da coluna na sustentação pélvica e também favorece o relaxamento dos músculos inspiratórios e cervicais.

O diferencial proposto neste estudo é a ampliação dos métodos de medição e avaliação aplicados nos estudos similares, bem como, a aplicabilidade de recurso de TMI que, além de medidas de PImáx e PEmáx, permite a verificação de condições pulmonares provindas do treinamento muscular como força em Newton, fluxo em Litros/segundo e energia em joules.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

-Avaliar os efeitos da associação do treinamento muscular inspiratório com o método Pilates na capacidade pulmonar em idosas.

1.2.2 Objetivos Específicos

-Avaliar os efeitos pulmonares do tratamento fisioterapêutico através do uso do TMI associado ao método Pilates em idosas pré e pós intervenção.

-Analisar as variáveis de fluxo, energia e força pulmonar pré e pós intervenção.

-Medir a força muscular inspiratória e expiratória pré e pós intervenção.

-Mensurar a distância percorrida em 6 minutos pré e pós intervenção.

- Mensurar o resultado da força abdominal pelo teste *Abdominal Curl up* pré e pós intervenção.

1.3 HIPÓTESES

H-0 O método Pilates e o treinamento muscular respiratório não interferem na função pulmonar em idosas.

H-01 O método Pilates e o treinamento muscular respiratório influenciam na função pulmonar em idosas;

H-02 O método Pilates não influencia na função pulmonar em idosas, mas o treinamento muscular respiratório influencia na função pulmonar em idosas;

H-03 O método Pilates influencia na função pulmonar em idosas, mas o treinamento muscular respiratório não influencia na função pulmonar em idosas;

H-04 O método Pilates não influencia no resultado da avaliação do teste de caminhada de 6 minutos em indivíduos idosos, mas o treinamento muscular respiratório influencia no resultado do teste de caminhada de 6 minutos em idosas;

H-05 O método Pilates influencia no resultado da avaliação do teste de caminhada de 6 minutos em indivíduos idosos, mas o treinamento muscular respiratório não influencia no resultado do teste de caminhada de 6 minutos em idosas;

H-06 O método Pilates não influencia no resultado da avaliação da força abdominal pelo teste Abdominal *Curl up* em idosas, mas o treinamento muscular respiratório influencia no resultado avaliação da força abdominal pelo teste Abdominal *Curl up*;

H-07 O método Pilates influencia no resultado da avaliação da força abdominal pelo teste Abdominal *Curl up* em idosas, mas o treinamento muscular respiratório não influencia no resultado da avaliação da força abdominal pelo teste Abdominal *Curl up*.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

No Capítulo 1 foi apresentado uma perspectiva atual do tema, bem como, as motivações e justificativas da pesquisa, abordando os assuntos relacionados ao estudo, destacando também o objetivo geral, específicos e as hipóteses levantadas nesta tese.

O Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, destacando-se a construção da racionalidade do estudo, o processo de envelhecimento dos sistemas fisiológicos e o atual estado da arte do uso dos recursos e técnicas escolhidas e suas formas de aplicação nos ensaios clínicos.

O Capítulo 3 descreve a metodologia aplicada no estudo, detalhando o tipo e local do estudo, caracterização e distribuição da amostra, protocolos e ferramentas de avaliação. Ainda, a intervenção, as variáveis e análise estatística aplicada e as limitações encontradas no estudo.

O Capítulo 4 descreve os resultados e a discussão, apresentando valores estatísticos significativos detalhados em forma de figuras e tabelas.

Por fim, os Capítulos 5, 6 e 7 apresentam as conclusões, as referências bibliográficas que serviram de fundamentação e os apêndices (ficha de avaliação e as publicações resultantes da tese).

2.1 Processo de envelhecimento do sistema respiratório

O envelhecimento é um fenômeno inerente ao processo de vida, o envelhecimento não é um acidente de percurso e sobrevêm de um determinado programa de crescimento e maturação em várias dimensões. O processo de envelhecimento varia de indivíduo a indivíduo, essas diferenças são geneticamente determinadas, mas sofrem influência do estilo de vida, das características do meio ambiente e do estado nutricional de cada um (ÁVILA; GUERRA; MENESES, 2007).

O envelhecimento é visto como um processo dinâmico e progressivo, no qual há modificações morfológicas (rigidez dos tecidos, diminuição de mediadores bioquímicos e alterações psicológicas) como a depressão e as demências (FREITAS, 2016). Tais modificações determinam o declínio funcional dos sistemas corporais, entre eles o sistema respiratório (OLIVEIRA et al., 2013). O sistema respiratório é o que envelhece mais rapidamente, devido à maior exposição aos poluentes ambientais ao longo dos anos (RUIVO *et al.*, 2009).

A diminuição da amplitude de movimento das articulações costovertebrais, a menor mobilidade dos discos intervertebrais estão presentes, o que colabora para um tórax rígido com redução da complacência torácica (OLIVEIRA et al., 2013).

A redução da força muscular respiratória, em decorrência do aumento do colágeno e da elastina promove diminuição da taxa de pico de fluxo expiratório e, conseqüentemente, interfere nas trocas gasosas (PASCOTINI et al., 2013).

2.2 Processo de envelhecimento do sistema osteomuscular

O envelhecimento é um processo por onde todas as populações irão passar, envolvendo alterações morfológicas, dinâmicas e bioquímicas (NETTO, 2007). Diante desses fatores se torna cada vez mais importantes o estudo e o domínio das abordagens que podem ser utilizadas no reequilíbrio postural desses indivíduos. Sendo assim, a prevenção é de indiscutível importância nesse processo. Retomar estudos, verificando a eficiência do mesmo gera a prevenção contra os riscos de quedas, melhora da qualidade de vida além de diminuir as conseqüências sociais e econômicas que a queda pode trazer aos idosos. As informações preventivas acabam sendo disseminadas contribuindo para a melhora da qualidade de vida dos

idosos em geral, principalmente pela fragilidade natural dos sistemas corporais (MACEDO; GAZZOLA; NAJAS, 2008).

O acometimento do aparelho osteomuscular é um marco do envelhecimento e, inexoravelmente, é o maior responsável pela perda funcional na velhice. A mio-senescência inicia-se na quarta década de vida e é caracterizada pela redução de massa e da força muscular, maior fadiga muscular e menor capacidade aeróbia. (MORAES, 2008).

Com o envelhecimento, há diminuição lenta e progressiva da massa muscular, sendo o tecido nobre substituível por gordura e colágeno. A massa muscular diminui em média 50% entre os 20 e 90 anos de idade. Tal perda é demonstrada pela excreção de creatina urinária, que reflete o conteúdo de creatina nos músculos e a massa muscular total. Pela tomografia computadorizada, observa-se que, após os 30 anos de idade, diminui a secção transversal dos músculos, há menor densidade muscular e maior conteúdo gorduroso intramuscular, histologicamente, detecta-se atrofia muscular à custa da perda gradativa e seletiva das fibras esqueléticas (FREITAS, 2016).

Tal declínio está diretamente ligado com a diminuição da força muscular e a idade relacionada. Esses declínios designaram sarcopenia, termo que denota o complexo processo de envelhecimento muscular associado às diminuições da massa, da força e da velocidade de contração muscular. Estima-se que após os 60 anos a prevalência da sarcopenia seja da ordem de 30%, aumentando progressivamente com o envelhecimento (FREITAS, 2016).

2.3 Treinamento inspiratório

O declínio da força da musculatura respiratória causa prejuízos na realização das atividades funcionais (OLIVEIRA et al., 2013), como em atividades rotineiras e com graus variados de complexidade e de gasto energético. O treinamento muscular inspiratório é um recurso que promove a melhora na força muscular respiratória e periférica e com melhora na capacidade funcional em idosos (ARCHIZA et al., 2013). A inclusão do fortalecimento da musculatura inspiratória nos programas de treinamento físico dos idosos pode ser considerada como um recurso fisioterapêutico adicional (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014).

2.4 Método Pilates

Atualmente, a população busca muitas formas para a melhora da qualidade de vida. Cada indivíduo apresenta suas preferências e procura atividades que trabalhem o corpo de uma forma global. Nota-se um grande aumento no número de técnicas disponíveis e entre elas está a moderna e discutida técnica Pilates. A técnica recebe esse nome por fazer referência a seu criador, Joseph Pilates (1880-1967) (SACCO et al., 2005).

O método Pilates é bastante utilizado na prática clínica, visando promover o reequilíbrio muscular com exercícios que dão ênfase ao *powerhouse* ou também chamado de centro de força, exigindo que o indivíduo mantenha a mente concentrada no núcleo do corpo o tempo todo, através da respiração. Sua abordagem concentra-se na realização contínua da inspiração ao iniciar o movimento, seguida pela expiração ao executá-lo, tendo o abdômen como músculo principal, o instrutor utiliza comandos verbais focando o alinhamento da coluna e dos membros inferiores (FONSECA et al., 2010).

A concentração, consciência, controle, “centramento”, respiração, movimentos harmônicos, são os seis princípios básicos do método. Estes princípios são essenciais, os quais associados ao baixo impacto na execução dos movimentos, juntamente a realização do trabalho de flexibilidade, coordenação, alinhamento postural, propriocepção e força muscular em solo, ou com equipamentos e acessórios, objetivam primordialmente a obtenção do condicionamento físico através da integridade harmoniosa entre corpo e mente (LIBERALINO; SOUSA; SILVA, 2013; SACCO et al., 2005).

Para controlar a postura ereta, utilizamos informações baseadas na referência geocêntrica (esquema corporal), onde dois tipos de força atuam: as musculares que atuam contra a ação da força gravitacional e as forças que atuam para estabilizar o centro de massa do corpo sobre o suporte (sistema visual, vestibular e somatossensorial), portanto, o controle postural exige uma interação complexa entre os sistemas músculo - esquelético e neural.

Para a reeducação postural algumas técnicas baseadas na cinesioterapia são utilizadas pelos terapeutas, tais como reeducação postural global e o método Pilates (LIBERALINO; SOUSA; SILVA, 2013; TEODORI et al., 2011).

2.5 Como o método Pilates funciona

O Método Pilates é um sistema de condicionamento total do corpo que integra a mente e o corpo para melhorar a precisão do controle muscular, a força e a flexibilidade. Proporciona qualidade para os movimentos e para o funcionamento pela aquisição de consciência corporal, coordenação e resistência. (STANMORE, 2008).

3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo original, ensaio clínico, prospectivo, controlado e randomizado. A originalidade provém do fato da inexistência de estudos com a aplicação de TMI (*PowerBreathe*®) associado ao Método Pilates em idosas. Ensaio clínico por envolver manipulação de tratamentos como uma tentativa de estabelecer relações de causa e efeito e ainda obter os grupos dentro da amostra de forma aleatória (THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, 2012). Prospectivo, pois os indivíduos foram seguidos. Controlado pela existência de grupo que não sofreu intervenção e randomizado devido à amostra ser obtida de modo randomizado.

3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado na Clínica de Fisioterapia da Universidade Positivo localizada na Rua Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300- Campo Comprido, Curitiba- Paraná.

3.3 AMOSTRA

Foi realizado o cálculo amostral no programa GPower 3.1.3 (PAUL, 2010), assumindo testes com distribuição da família F, com três grupos e duas medidas dependentes, tamanho de efeito médio (0,3), erro tipo I de 0,05 ou 5%, poder igual a 0,84, totalizando uma amostra de 33 idosas.

As idosas foram consideradas como unidades amostrais definidas nos grupos por meio de randomização. Randomização é uma técnica usada para balancear o efeito de condições externas ou incontroláveis que podem afetar o resultado de um experimento. Para tal, foi realizada a amostragem aleatória simples, cujo princípio baseia-se em selecionar sequencialmente cada unidade amostral com igual probabilidade, de tal forma que cada unidade tenha a mesma chance de ser escolhida (BOLFARINE; BUSSAB, 2005). Este método foi realizado por meio de sorteio do grupo de idosas, selecionado a princípio por

conveniência, definindo-se cada idosa do sorteio, sem reposição, para a sequência de grupos em estudo.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Positivo sob o parecer nº 1.114.692/2015. Atendendo a critérios éticos, o grupo controle foi atendido após o término das intervenções dos grupos e das reavaliações.

3.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA

3.4.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo participantes do sexo feminino, com idade entre 60 e 80 anos, sem histórico recente de fraturas e sem uso de dispositivos para marcha para o desempenho de suas atividades diárias, se hipertensas, que estivessem com a pressão arterial controlada.

3.4.2 Critérios de exclusão

Foram excluídas participantes com lesões neurológicas, quadro agudo de artrose, as que praticavam atividade física regular e as que apresentaram menos que 85% de presença nas sessões, além disso as portadoras de doenças pulmonares previamente diagnosticadas.

3.4.3 Alocação dos Grupos

O estudo foi composto por 11 voluntárias no grupo experimental com intervenção com o método Pilates e treinamento muscular inspiratório (GPTI), 11 voluntárias no grupo experimental somente com intervenção com o método Pilates (GP) e 9 voluntárias no grupo controle (GC), avaliadas pelos protocolos do estudo nos momentos pré e após a conclusão, mas que não sofreram nenhuma intervenção. Vale ressaltar que o GPTI e o GP perderam 1 voluntária cada e o GC, uma perda de duas pessoas que não retornaram para a reavaliação (Figura 1).

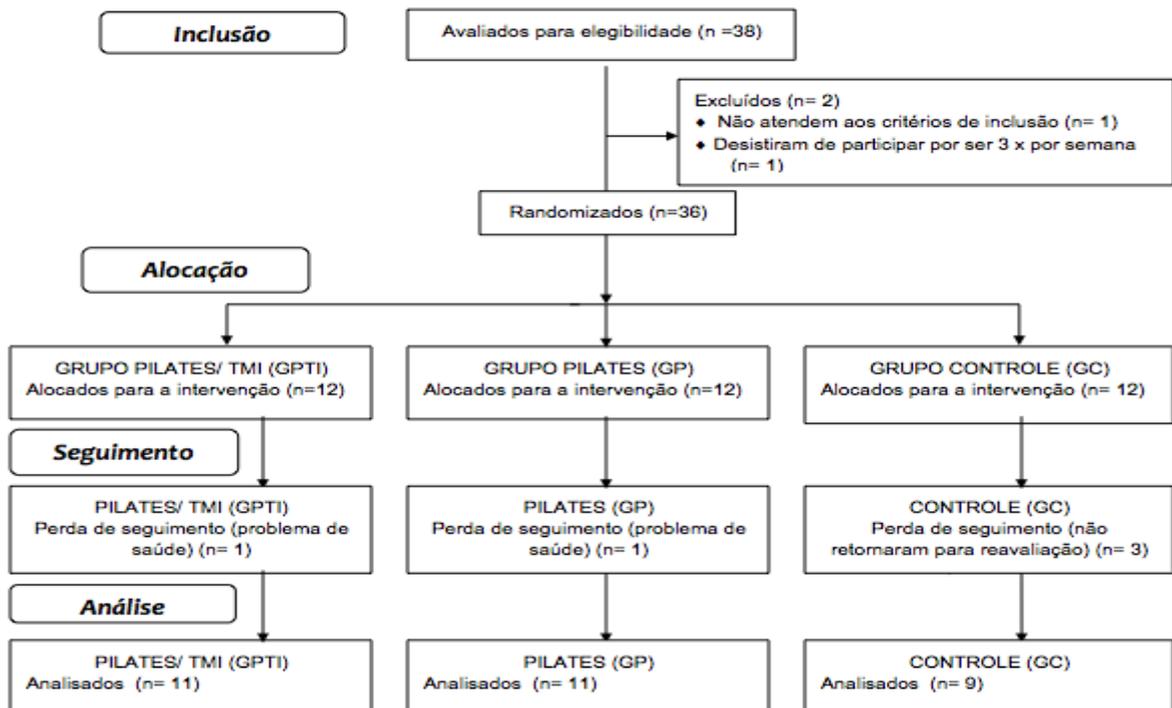


Figura 1: Normas consolidadas de ensaios de relatório (Consort) diagrama de fluxo do ensaio randomizado

3.5 PROTOCOLO DO ESTUDO

Após a formação da amostra, as participantes receberam todas as informações sobre o estudo. As que mantiveram interesse em participar, leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Na sequência, preencheram uma ficha de avaliação (apêndice 1) a respeito de dados clínicos, hábitos de vida principalmente voltados às características da condição pulmonar e, após isso, iniciou-se a aplicação do protocolo de avaliação apresentado a seguir, antes e após as 8 semanas de exercícios propostos nesta metodologia.

3.5.1 Protocolo de Avaliação

As avaliações foram realizadas no início e ao término das 20 sessões de exercícios do método Pilates em aparelhos e treinamento muscular respiratório. As sessões avaliativas

foram compostas por espirometria, manovacuometria, teste de caminhada de 6 minutos (TC6), *Abdominal Curl Up Test*, e questionário internacional de atividade física (IPAQ).

3.5.2 Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)

A análise inicial do nível de atividade física, realizada através do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), demonstrou 100% das idosas classificadas como ativas (MATSUDO et al., 2012). Este índice aplicado inclui todas as idosas nos critérios de inclusão e autentica a participação das mesmas.

3.5.3 Espirometria

A espirometria foi realizada para descartar qualquer distúrbio ventilatório que afetasse a realização dos exercícios propostos.

A mesma permite a mensuração do volume de ar inspirado e expirado e os fluxos respiratórios (PEREIRA, 2002). Neste estudo foram consideradas as variáveis espirométricas: capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), sendo utilizado um espirômetro da marca *Spirometer® SP10 (Contec Medical Group, China)*.

Para a realização da espirometria, a paciente estava sentada e usando um clipe nasal. Os valores foram obtidos a partir da inspiração máxima, seguida da expiração rápida e sustentada no bocal do aparelho, por pelo menos 6 segundos, com estímulo verbal do examinador, o esforço foi “explosivo” no início da manobra, repetido até se obter três manobras aceitáveis e reprodutíveis (PEREIRA, 2002). Todas as aplicações e medidas realizadas pelo mesmo examinador.

3.5.4 Manovacuometria

O manovacômetro é um aparelho que mede a força muscular respiratória, através da determinação das pressões respiratórias máximas. Para sua realização as voluntárias permaneceram sentadas, e usando um clipe nasal durante todas as manobras. Para a determinação da pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$), as participantes foram orientadas a

realizar um esforço inspiratório máximo a partir do volume residual (VR), e sustentar por um segundo, com estímulo verbal do examinador. Para a determinação da pressão expiratória máxima (PE_{máx}), foram orientadas a realizar um esforço expiratório máximo a partir da capacidade pulmonar total (CPT), mantendo-a por um segundo, com estímulo verbal do examinador. No total foram efetuadas cinco manobras máximas, com intervalo de um minuto de descanso (PASCOTINI et al., 2013), sendo a P_{Imáx} e PE_{máx}, a média aritmética das cinco medidas.

3.5.5 Teste de caminhada de 6 minutos

O teste de caminhada de 6 minutos foi utilizado como indicador da capacidade física global das idosas, pois avalia as respostas dos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular periférico (PASCOTINI et al., 2013).

O teste de caminhada de seis minutos (TC_{6min}) consiste em um teste submáximo, onde o indivíduo é instruído a caminhar na máxima velocidade tolerada durante seis minutos, mediante incentivos verbais padronizados (WARKEN et al., 2006). O teste foi realizado em uma pista de 20 metros, na clínica de fisioterapia da Universidade Positivo. Utilizou-se os seguintes equipamentos: cronômetro, oxímetro de pulso, esfigmomanômetro e estetoscópio. Antes e após os testes, foram aferidas a pressão arterial sistêmica, a frequência cardíaca, a frequência respiratória e a saturação de oxigênio.

As participantes caminharam de um extremo ao outro da pista, com a maior velocidade possível, durante os seis minutos. As mesmas foram orientadas a interromper o teste quando e se assim o desejassem. A escala de Borg foi utilizada para quantificar o nível de percepção do esforço, a percepção de dispneia (falta de ar) e cansaço de membros inferiores, no repouso e no exercício máximo (WARKEN et al., 2006). A análise foi realizada pela distância percorrida em metros.

3.5.6 Abdominal *Curl Up Test*

Para mensurar a força e resistência dos músculos abdominais, foi realizado o teste Abdominal *Curl Up Test*. Para isso, as participantes encontravam-se em decúbito dorsal com os joelhos flexionados e os braços estendidos ao lado do corpo. Foram colocadas duas tiras de

fita adesiva, uma próxima às pontas dos dedos das mãos com uma distância entre as fitas de 12 cm. A executante elevava a cabeça e ombros da maca, fletindo o tronco até aproximadamente 45 graus, deslizando as mãos da marca inicial até a fita mais distante, e repetindo o movimento o maior número de vezes possível em um minuto (BARBOSA, 2012).

3.6 INTERVENÇÃO

A intervenção foi realizada 3 vezes por semana, por um período de 8 semanas com duração de 60 minutos, sendo 45 minutos de intervenção com o método Pilates, envolvendo aquecimento, exercícios de movimentos da coluna, e alongamento. Os 15 minutos finais de atendimento foram de treinamento muscular respiratório para o GPTI. Todas as intervenções aconteceram nos mesmos dias e horários da tarde.

3.6.1 Intervenção Pilates

Para realizar o presente estudo foram utilizados os aparelhos de Pilates da marca ISP (Curitiba –PR), dentre eles: o *Cadillac*, *Ladder Barrel*, *Chair* e *Reformer*. Com os seguintes exercícios:

➤ Exercícios para mobilidade da coluna:

- No *Cadillac* - *Rolling back: down/up*, *Spine stretch* e *Mermaid*.
- No *Reformer* - *Mermaid* e *Long Spine*.
- Na *cadeira Combo Chair* - *Hamstring stretch* na cadeira, *Hamstring stretch* variação, *Side arm sit*.

➤ Exercícios para os membros inferiores:

- No *Cadillac* - *Tower* com variação para o retro pé, *Tower* – variação antepé, *Tower* variação antepé unilateral, *Leg series supine: lowers*, *Leg series supine: círculo* com as pernas, *Leg series supine: scissors*.
- No *aparelho Reformer* - *Front splits* – variação, *Footwork: toes*, *Footwork wheels* *Leg series: one leg*, *Leg lowers* e *Leg extension*.
- Na *cadeira Combo Chair* - *Footwork double leg pumps: toes*, *Footwork double leg pumps: heels*, *Pumping one leg*, *Pump one leg front*, *Pump one leg: side*.

➤ **Exercícios para os membros superiores:**

Arms Pull Up and Down, Arms Push Up and Down, Standing on Floor at Open end: Hug, Standing on Floor at Open end: Boxe, Arm Triceps, Standing on Floor at Open end: Bíceps, Arm Bíceps alternado.

- **No Reformer** - *Arms: Up and Down, Arms: Circles, Arms Triceps, Arms Bíceps, Arms: Pulling, Rowing: Back.*
- **Na cadeira Combo Chair-** *Triceps Sit, Swan Front e Sit- Push down.*

➤ **Exercícios para abdomen:** *Sit Up* com e sem resistência, *The Hundred, The Hundred Variação, Teaser, Corkcrew.*

No método Pilates foi exigido, durante a execução dos seus movimentos, a ativação dos músculos abdominais que colaboram para proporcionar estabilidade espinhal e vem a contribuir para o equilíbrio postural auxiliando, assim, nas prevenções osteomio-articulares do corpo humano (MARÉS; OLIVEIRA; PIAZZA, 2012).

Tanto para o GPTI, quanto para o GP, foram realizados 9 exercícios do método Pilates por sessão, com 1 a 3 séries de 12 repetições cada exercício, em 45 minutos. A resistência das molas foram ajustadas individualmente conforme a capacidade de cada participante e progredida gradativamente.

3.6.2 Treinamento muscular respiratório

Foi acrescido ao estudo o treinamento muscular inspiratório com um dispositivo de resistência inspiratória para o GPTI, sendo utilizado o *POWERbreathe® K5* (conforme figura 2).

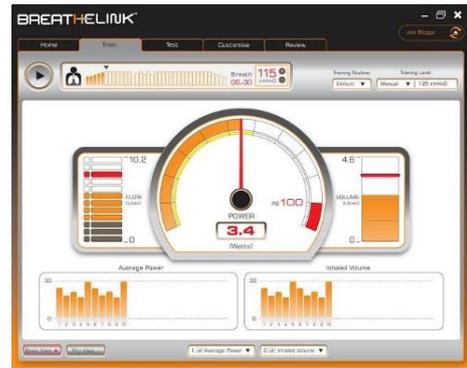
Com o equipamento previamente ajustado, a voluntária permanecia sentada em uma cadeira, com um clipe nasal e era instruída a realizar 30 esforços inspiratórios de 2 séries, com 1 minuto de intervalo entre as séries (ARCHIZA et al., 2013).

O mesmo encontrava-se acoplado a um computador e um *software* específico chamado *Breathe-Link Version 1.00 – 2011*, que mostrava no visor um incentivador respiratório para melhor execução do exercício praticado (figura 2).

Foi estabelecida uma carga inicial de 50% da P_{Imáx} de cada indivíduo, sendo acrescidos 10% a cada duas semanas, com todas as voluntárias chegando nas últimas semanas com carga de 80% da P_{Imáx}.



(a)



(b)

Figura 2: Destaca-se na imagem o equipamento *Powerbreathe® K5 Series* (a) e a interface do *Software* demonstrando o *feedback* visual representado por um velocímetro no momento do treino (b).

3.7 VARIÁVEIS

As variáveis selecionadas neste estudo dividiram-se em pulmonares; medidas de qualidade de vida; de força abdominal; características antropométricas dos participantes e a distância percorrida durante um determinado tempo de caminhada, descritas na Tabela 2).

Tabela 2: Variáveis analisadas no presente estudo

VARIÁVEIS ANALISADAS					
Funções Pulmonares			Qualidade de Vida	Características Antropométricas	Força Abdominal
CVF (capacidade vital forçada)	Força/Pressão	PI _{máx} (pressão inspiratória máxima)	IPAQ	Idade	Abdominal Crul Up
VEF ¹ (volume expiratório forçado em 1 segundo)	Fluxo/ Energia	PE _{máx} (pressão expiratória máxima)	TC6min (teste de caminhada de 6 minutos)	Peso Altura IMC	XXX

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis Capacidade vital forçada (CVF), Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), Pressão Inspiratória Máxima, Pressão Expiratória Máxima, Teste de Caminhada de seis minutos e Abdominal *Crul Up* foram avaliados quanto ao padrão de distribuição dos resíduos por meio do teste de *Shapiro-Wilk* e de homocedasticidade pelo teste de *Bartlett*. Uma vez que os dados se encontravam total ou parcialmente em acordo com tais pressupostos, foi aplicada a Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas, seguido pelo teste de acompanhamento *Tukey N-HSD*. Já as variáveis força, fluxo e energia após o uso do TMI pelo GPTI foi avaliado também em função dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade, e, posteriormente, avaliado pela Análise da Variância para Medidas Repetidas.

Para todas as análises utilizou-se o programa estatístico *STATISTICA 7 (STATSOFT, 2004)*, utilizando um nível de significância de $p < 0,05$.

3.9 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Nós reconhecemos limitações em nosso estudo. A necessidade de um quarto grupo, com as mesmas características de nossa amostra, porém, que faça uso exclusivo deste aparelho para TMI, com o propósito de analisar a influência exclusiva do mesmo nessa população e evidenciar se o aparelho também promove estes benefícios.

Novos estudos devem ser realizados com a análise das variáveis respiratórias de fluxo, energia, volume e força, medidas nesse estudo, para comparação com nossos resultados e validação de nossa metodologia.

Ainda, que o TC6min, mesmo sendo referenciado como possível de ser aplicado em corredores de 20 metros (LIPKIN et al., 1986), seja aplicado em 30 metros (CRAPO et al., 2002) para uma maior e efetiva comparação do condicionamento físico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados avaliativos, em comparação entre pré e pós-experimento, após 20 sessões, mostraram que a associação do TMI, com uso do *PowerBreathe*® K5 e exercícios do método Pilates, proporcionaram ganho de força muscular inspiratória e expiratória, aumento da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6min), aumento de força muscular abdominal, expressa pelo teste *Abdominal Curl Up* em número de repetições e o aumento nos valores espirométricos CVF e VEF₁. Ainda, aumento das medidas respiratórias de pressão, força e fluxo, conseguidos através dos parâmetros analisados no software do equipamento em mulheres idosas. O GC não obteve melhora em nenhuma das variáveis analisadas.

Neste estudo, selecionamos para o TMI o *PowerBreathe*® K5. Um instrumento que permite adequar a musculatura inspiratória a ser treinada e, por conseguinte, a resistência fornecida à respiração. O objetivo é aumentar a força e a resistência muscular respiratória na população idosa (ncsdobrasil.com/powerbreathe-plus, 2015).

Utilizou-se também o método Pilates que, em diversos estudos tem se mostrado provedor da melhora no equilíbrio estático e dinâmico minimizando o número de quedas, além de promover melhora da força muscular global, ganho de flexibilidade nos membros inferiores, na qualidade de vida, no condicionamento físico e na autonomia dos idosos (BABAYIGIT et al., 2011; CANCELA; OLIVEIRA; FUENTES, 2014; OLIVEIRA; FAGUNDES; GORGES, 2015), corroborando com os dados do presente estudo.

A nosso conhecimento, nenhum outro estudo randomizado controlado foi publicado sobre Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) associado ao Método Pilates na população idosa. O estudo de (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014), aplicou Pilates em idosas, avaliando a força muscular respiratória, porém, sem randomização, sem TMI e sem o grupo controle. Além deste, o estudo de (SOUZA et al., 2014), analisou o efeito do TMI na força muscular respiratória em idosas, mas não comparou outros métodos de exercícios, como no caso do presente estudo.

A maioria dos estudos utilizados na presente discussão foram com a aplicação do TMI, porém, em grupo de pessoas portadoras de doenças das mais variadas, entre eles, a revisão sistemática de Alvarenga et al. (2017), que buscou artigos de TMI e exercícios respiratórios, cuja população estudada, apresentava quadros patológicos renais crônicos, não sendo consideradas como ativas ao se comparar as idosas do nosso estudo.

Ainda, pelo fato da ausência de estudos com a similar metodologia aplicada em nossa pesquisa, nossos resultados corroboram também com a pesquisa de Dragoi et al. (2016), que envolvia portadores de espondilite anquilosante e o TMI, pois, as características de diminuição de mobilidade em coluna torácica e no gradio costal e consequente fraqueza muscular respiratória associada nos jovens analisados, se compara biomecanicamente com a dos envelhecidos.

Ocorreram ganhos significativos intra e intergrupos em todas estas variáveis e quando comparados ao grupo controle o mesmo não foi evidenciado.

A seguir, apresentamos de maneira detalhada os resultados encontrados e a discussão descritas variável por variável.

4.1 Dados Antropométricos

Os dados antropométricos das participantes nos grupos apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3: Apresentação da média e do desvio padrão dos dados antropométricos: idade, altura, peso e índice de massa corpórea (IMC) dos integrantes dos grupos GPTI, GP e GC.

GPTI	IDADE	ALTURA	PESO	IMC
MÉDIA	65,36	1,61	76,45	29,54
DP	4,46	0,07	18,15	6,61
GP	IDADE	ALTURA	PESO	IMC
MÉDIA	65,45	1,58	69,64	27,90
DP	3,27	0,04	12,02	4,17
GC	IDADE	ALTURA	PESO	IMC
MÉDIA	73,33	1,55	72,33	30,03
DP	5,55	0,06	9,55	4,66

4.2 Espirometria

Observou-se que na análise realizada, dentre os resultados da capacidade vital forçada (CVF), não houveram diferenças significativas na interação entre os grupos, assim como também não houveram entre os momentos de avaliação ($F_{2,28}=1,63$; $p=0,22$). Os resultados para o volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF1) também não apresentaram diferença significativa na interação entre os grupos, assim como, também não houve entre os momentos de avaliação ($F_{2,28}=1,48$; $p=0,24$) (Tabela 4).

Tabela 4: Médias e Desvios Padrão (DP) da capacidade vital forçada (CVF) e Volume Expiratório Forçado em 1 segundo (VEF₁) dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.

	Grupos	Pré		Pós		p-valor
		Média	DP.	Média	DP	
CVF	GPTI	2,30 ^{aA}	0,52	2,42 ^{aA}	0,52	0,22
	GP	2,00 ^{aA}	0,31	2,06 ^{aA}	0,21	
	GC	1,83 ^{aA}	0,18	1,76 ^{aA}	0,19	
VEF ₁	GPTI	1,88 ^{aA}	0,42	2,05 ^{aA}	0,38	0,24
	GP	1,74 ^{aA}	0,29	1,80 ^{aA}	0,23	
	GC	1,55 ^{aA}	0,28	1,55 ^{aA}	0,15	

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa intra-grupos $p < 0,05$ (pré x pós)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa inter-grupos $p < 0,05$ (entre os grupos)

4.3 Pressão Inspiratória Máxima

Na pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), foi possível observar que houve diferença estatística significativa na interação entre os grupos antes e após a intervenção dos exercícios ($F_{2,28}=35,31$; $p=0,000001$). O grupo GPTI, em que foi associado o treinamento muscular inspiratório (TMI) e exercícios do método Pilates, apresentou diferença estatística significativa antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{pré}=36,54 \pm 8,86$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=78,54 \pm 14,12$). O grupo que praticou apenas exercícios do método Pilates (GP) também apresentou diferenças estatísticas significativas entre as médias antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{pré}=51,64 \pm 17,93$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=66,18 \pm 15,73$). Já o grupo controle (GC) não apresentou diferença estatística significativa entre as médias nos dois períodos ($\bar{x} \pm dp_{pré}=40,44 \pm 19,33$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=34,67 \pm 12,00$), conforme as médias pré e pós-apresentadas na Tabela 5 e Figura 3.

Comparando os resultados intergrupos na PI_{máx}, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias dos grupos antes da intervenção. Quando comparamos as médias entre os grupos após a intervenção dos exercícios propostos, os grupos GPTI e GP não apresentaram diferenças significativas entre si, mas foram diferentes do grupo GC, que não sofreu nenhuma intervenção (Tabela 5).

Tabela 5: Médias e Desvios Padrão (DP) da pressão inspiratória máxima dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.

Grupos	Pré		Pós		p-valor
	Média	DP	Média	DP	
GPTI	36,55 ^{bA}	8,86	78,55 ^{aA}	14,12	<0,0001
GP	51,64 ^{bA}	17,93	66,18 ^{aA}	15,73	
GC	40,44 ^{aA}	19,33	34,67 ^{aB}	12,00	

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa intra-grupos $p < 0,05$ (pré x pós)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa inter-grupos $p < 0,05$ (entre os grupos)

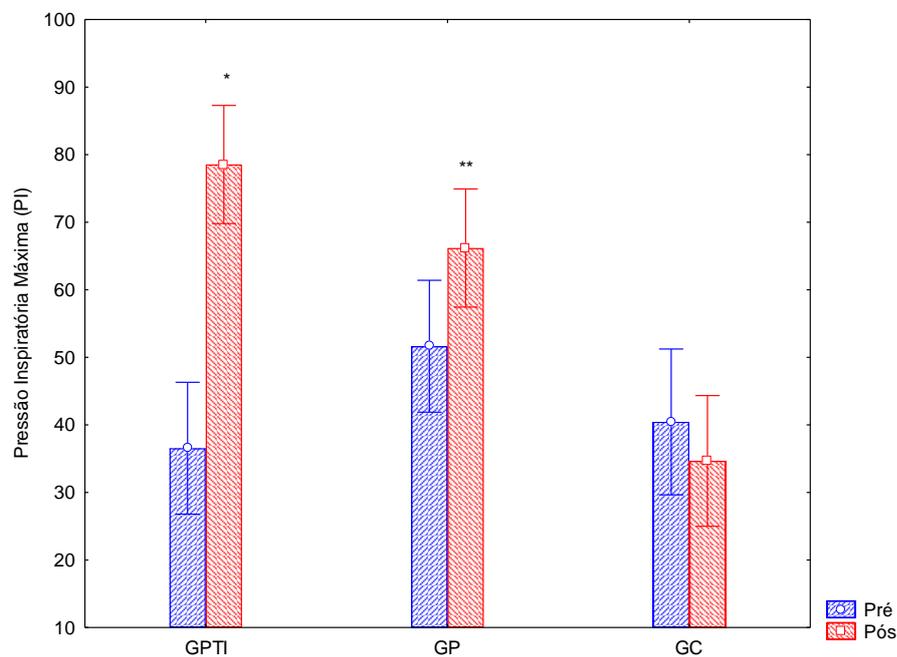


Figura 3: Médias e intervalos de confiança (95%) das pressões inspiratórias máximas (PI_{máx}) pré e pós-período de intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * $p = 0,000000$ / ** $p = 0,024703$.

Os achados relativos a PImáx (pressão inspiratória máxima), após a intervenção aplicada, demonstraram que, tanto o grupo que recebeu a intervenção pelo método, quanto o que recebeu a intervenção associada ao treinamento muscular respiratório, obtiveram aumento significativo nos valores (Figura 4). (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014), realizaram um ensaio clínico com Pilates em idosas com foco na força muscular respiratória, aplicando seu tratamento em 22 sessões, não especificando se Pilates em solo ou aparelhos, durante 11 semanas, com o uso somente de 5 exercícios e sem ganhos significativos na PImáx. Em nosso estudo, com um número menor de sessões e uma quantidade maior de exercícios, já evoluíram

com significância. Destaca-se o uso de dispositivo *PowerBreathe*® que favoreceu ainda mais o ganho nesta variável.

Ferreira, Rodrigues e Évora (2009), obtiveram em estudo por seis semanas de treinamento muscular inspiratório com uso de aparelho *Threshold*®, melhorando estatisticamente significativa na P_{Imáx} e P_{Emáx} (pressão expiratória máxima) em idosas hipertensas, o que corrobora com nossos resultados porém nossas idosas eram consideradas ativas. (REYCHLER *et al.*, 2016), trabalhou com o grupo de TMI utilizando *Threshold*® por 15 minutos 5 vezes na semana. O grupo trabalhou com uma média de 255 respirações por sessão. Totalizadas as 20 sessões, obtiveram uma melhora de 38% nos 16 pacientes em relação a P_{Imáx}. Buuren *et al.* (2014), fez uso de exercício de força muscular inspiratória no pré e pós operatório em pacientes cardiovasculares. Em relação ao pré operatório, o TMI pode aumentar a P_{Imáx} e assim melhorar a condição respiratória, além de melhorar a força inspiratória máxima. Assim, o benefício do treinamento de ganho em cmH₂O é aproximadamente duas vezes maior para o paciente mais fraco.

Ainda, em um programa de 30 atendimentos utilizando *Threshold*® com 5 séries de 9 repetições 5 vezes na semana, média de 225 respirações por semana, foi observado um aumento de 41,8% em relação à P_{Imáx}. (ALBUQUERQUE *et al.*, 2013).

Além disso, nossos resultados mostram que o uso do *Powerbreathe*® como recurso, uma melhora de 68% em relação à P_{Imáx} com apenas 60 respirações por sessão, totalizando 28 sessões. Ganhos mais expressivos e com uma quantidade bastante inferior de respirações.

Estudos sobre a prática de exercícios afirmam que, quando dado o estímulo correto, a força muscular periférica pode ser melhorada em qualquer idade e ainda que a prática de exercícios físicos tem se mostrado benéfica para a musculatura respiratória (LOPES; RUAS; PATRIZZI, 2014).

Em revisão sistemática, (DELLA *et al.*, 2014) e (PLENTZ *et al.*, 2012), verificaram que em todos os artigos incluídos na metanálise, o Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) resultou em melhora significativa da P_{Imáx} quando se comparou o TMI contra todos os grupos controle em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva, corroborando com o presente estudo.

Na P_{Imáx}, estes expressivos valores de ganho, podem ser atribuídos ao fortalecimento direcionado aos músculos inspiratórios, pois os músculos esqueléticos são sensíveis a um programa de treinamento adequado, corroborando com (FERREIRA; RODRIGUES; ÉVORA, 2009).

4.4 Pressão Expiratória Máxima

Na pressão expiratória máxima (PE_{máx}), foi possível observar que houve diferença estatística significativa na interação entre os grupos antes e após a intervenção dos exercícios ($F_{2,28}=8,34$; $p=0,0014$). O grupo GPTI, em que foi associado o treinamento muscular inspiratório (TMI) e exercícios do método Pilates, apresentou diferença estatística significativa antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{pré}=53,45 \pm 10,47$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=82,18 \pm 18,71$). O grupo que praticou apenas exercícios do método Pilates (GP) também apresentou diferenças estatísticas significativas entre as médias antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{pré}=58,45 \pm 21,34$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=80 \pm 16,78$). Já o grupo controle (GC) não apresentou diferença estatística significativa entre as médias nos dois períodos ($\bar{x} \pm dp_{pré}=52,44 \pm 19,94$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=50,67 \pm 17,09$) (Tabela 6 e Figura 4).

Comparando os resultados intergrupos na PE_{máx}, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias dos grupos antes da intervenção ($p>0,05$). Quando comparamos as médias entre os grupos após a intervenção dos exercícios propostos, os grupos GPTI e GP não apresentaram diferenças significativas entre si ($p>0,05$), mas diferiram significativamente do grupo GC ($\bar{x} \pm dp_{GPTI}=82,18 \pm 18,71$; $\bar{x} \pm dp_{GC}=50,67 \pm 17,09$; $p<0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6: Médias e Desvios Padrão (DP) da pressão expiratória máxima dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.

Grupos	Pré		Pós		p-valor
	Média	DP	Média	DP	
GPTI	53,45 ^{aA}	10,47	82,18 ^{bC}	18,71	<0,0014
GP	58,54 ^{aA}	21,33	80,00 ^{bBC}	16,78	
GC	52,44 ^{aA}	19,94	50,67 ^{aAB}	17,09	

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa intra-grupos $p<0,05$ (pré x pós)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa inter-grupos $p<0,05$ (entre os grupos)

No que se refere a PE_{máx} (Figura 4), que avalia a força da musculatura expiratória, destacam-se os músculos abdominais como motor primário. Uma efetiva expiração facilita a eliminação do CO₂ e a troca gasosa e melhor ventilação e oxigenação dos tecidos celulares, primordiais para um envelhecimento saudável (BONOMO et al., 2008).

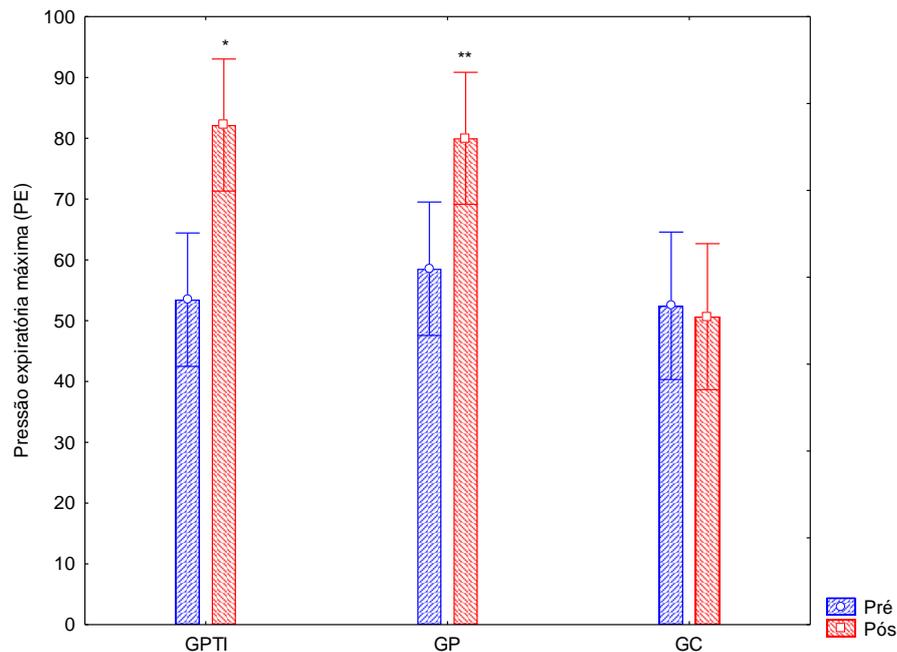


Figura 4: Médias e intervalos de confiança (95%) das pressões expiratórias máximas (PE_{máx}) pré e pós-período de intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * $p=0,000006$ / ** $p=0,000280$.

4.5 Teste de Caminhada de Seis Minutos

No Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6 min), foi possível observar que houve diferença estatística significativa na interação entre os grupos antes e após a intervenção dos exercícios ($F_{2,28}=5,44$; $p=0,01$). O grupo GPTI apresentou diferença estatística significativa antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{\text{pré}}=423,36 \pm 46,26$; $\bar{x} \pm dp_{\text{pós}}=513,10 \pm 48,04$). O grupo que praticou apenas exercícios do método Pilates (GP), também apresentou diferenças estatísticas significativas entre as médias antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{\text{pré}}=406,54 \pm 100,32$; $\bar{x} \pm dp_{\text{pós}}=515,18 \pm 117,04$). Já o grupo controle (GC) não apresentou diferença estatística significativa entre as médias nos dois momentos de avaliação ($\bar{x} \pm dp_{\text{pré}}=361,78 \pm 76,59$; $\bar{x} \pm dp_{\text{pós}}=395,89 \pm 87,86$) (Tabela 7 e Figura 5).

Comparando os resultados intergrupos para TC6 min, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias dos grupos antes da intervenção ($p>0,05$). Quando comparamos as médias entre os grupos após a intervenção com os exercícios propostos, também não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$; Tabela 7).

Tabela 7: Médias e Desvios Padrão (DP) no Teste de Caminhada de Seis minutos dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.

Grupos	Pré		Pós		p-valor
	Média	DP	Média	DP	
GPTI	423,36 ^{aa}	46,26	513,09 ^{ba}	48,04	<0,01
GP	406,54 ^{aa}	100,32	515,18 ^{ba}	117,04	
GC	361,78 ^{aa}	76,59	395,89 ^{aa}	87,86	

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa intra-grupos $p < 0,05$ (pré x pós)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa inter-grupos $p < 0,05$ (entre os grupos)

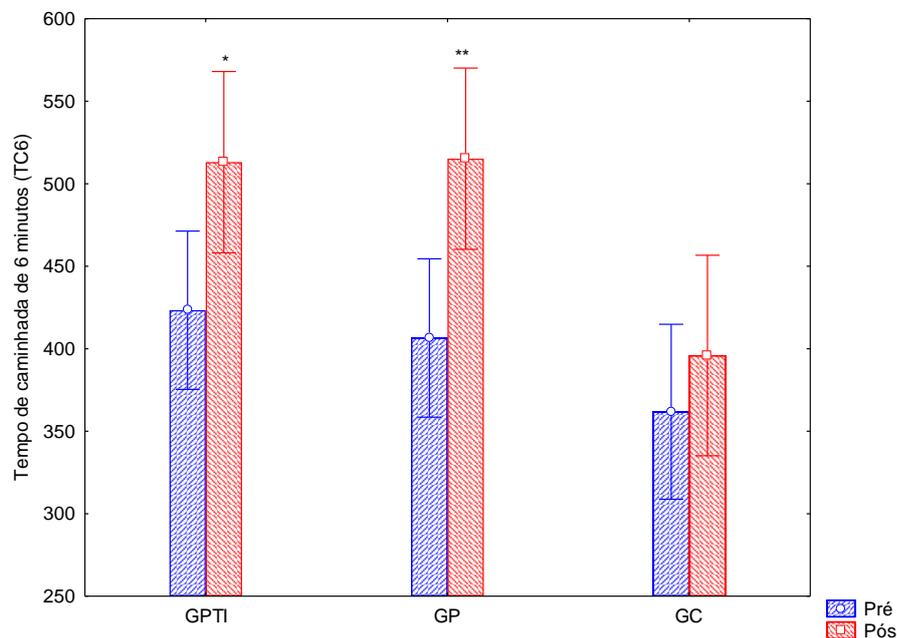


Figura 5: Médias e intervalos de confiança (95%) do teste de caminhada de seis minutos (TC6), pré e pós-intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * $p = 0,000003$ / ** $p = 0,000000$.

Em relação ao condicionamento físico, o TC6min foi o protocolo utilizado para medir a capacidade aeróbica das idosas. Todas as idosas dos grupos de intervenção melhoraram a distancia percorrida significativamente (Figura 5), corroborando com estudos de (DURUTURK; ACAR; DOGRUL, 2015) e (LIBERALINO; SOUSA; SILVA, 2013) que treinaram com exercícios, demonstrando que a pratica dos mesmos faz e mantém o idoso mais funcional e ativo (SUN; NORMAN; WHILE, 2013).

4.6 Abdominal *Curl Up*

No Abdominal *Curl Up Test* (ABD), foi possível observar que houve diferença estatística significativa na interação entre os grupos antes e após a intervenção ($F_{2,28}=17,61$; $p=0,00001$). O grupo GPTI apresentou diferença estatística significativa antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{pré}=16,18 \pm 7,19$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=36,18 \pm 6,95$). O grupo que praticou apenas exercícios do método Pilates (GP) também apresentou diferenças estatísticas significativas entre as médias antes e após a intervenção, sendo maior após os exercícios ($\bar{x} \pm dp_{pré}=14,18 \pm 10,12$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=34,73 \pm 10,61$). Já o grupo controle (GC) não apresentou diferença estatística significativa entre as médias nos dois momentos de avaliação ($\bar{x} \pm dp_{pré}=13,11 \pm 10,00$; $\bar{x} \pm dp_{pós}=12,44 \pm 11,94$) (Tabela 8 e Figura 6).

Comparando os resultados intergrupos para ABD, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias dos grupos antes da intervenção ($p>0,05$). Quando comparamos as médias entre os grupos após a intervenção, os grupos GPTI e GP não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p>0,05$), mas apresentaram diferenças significativas em relação ao grupo GC ($p<0,05$) (Tabela 8).

Tabela 8: Médias e Desvios Padrão (DP) da Abdominal Curl Up Test dos grupos GPTI, GP e GC nos momentos pré e pós intervenção. P-valor da Análise da Variância Fatorial para Medidas Repetidas.

Grupos	Pré		Pós		p-valor
	Média	DP	Média	DP	
GPTI	16,18 ^{aA}	7,19	36,18 ^{bA}	6,95	<0,00001
GP	14,18 ^{aA}	10,12	34,73 ^{bA}	10,61	
GC	13,11 ^{aA}	10,00	12,44 ^{aB}	11,94	

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa intra-grupos $p<0,05$ (pré x pós)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística significativa inter-grupos $p<0,05$ (entre os grupos)

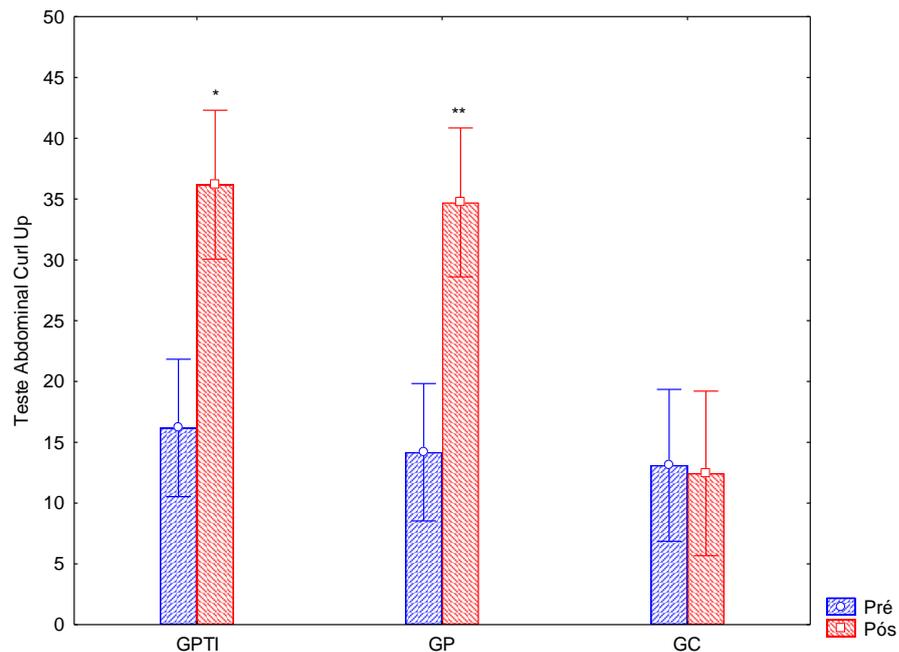


Figura 6: Médias e intervalos de confiança (95%) do teste Abdominal Curl Up Test, em número de repetições, pré e pós-intervenção para os grupos GPTI e GP e o grupo que não sofreu intervenção (GC). Diferença significativa após o tratamento * $p=0,000006$ / ** $p=0,000004$.

Vale ressaltar que houve um aumento significativo na força abdominal (Figura 7), com o aumento do número de repetições no teste Abdominal *Curl Up* (124% no GPTI, de 145% no GP e 5% no GC) o que condiz com o estudo de (MARÉS; OLIVEIRA; PIAZZA, 2012), que em sua revisão sistemática de 133 artigos, analisou os aspectos relacionados à importância da estabilização central no método Pilates, concluindo que esta combinação ajuda o indivíduo a obter ganhos de força, controle neuromuscular, potência e resistência muscular, facilitando um equilibrado funcionamento muscular. O treino de Pilates justifica a igualdade de melhora no percentil do Abdominal *Curl Up*, o que demonstra que todos as pacientes que sofreram intervenção pelo método, foram efetivas no entendimento dos princípios do mesmo.

4.7 Variáveis pulmonares de pressão, força, fluxo e energia após o uso do TMI pelo GPTI

Foram avaliadas as variáveis pulmonares de pressão (medida em cm/H₂O), força (medida em newton), fluxo (medida em L/s) e energia (medida em joules), após o uso do TMI pelo grupo GPTI, comparando os resultados no 1º dia, no 14º dia e no 28º dia de intervenção.

Em relação a variável pressão, foi possível observar que houve diferença estatística significativa entre os três períodos de avaliação ($F_{2,18}=34,67$; $p<0,0001$), sendo que a avaliação no 14º dia foi significativamente maior do que a avaliação do 1º dia, e a avaliação do 28º dia foi significativamente maior do que as avaliações do 1º e 14º dias (Figura 7 e Tabela 9).

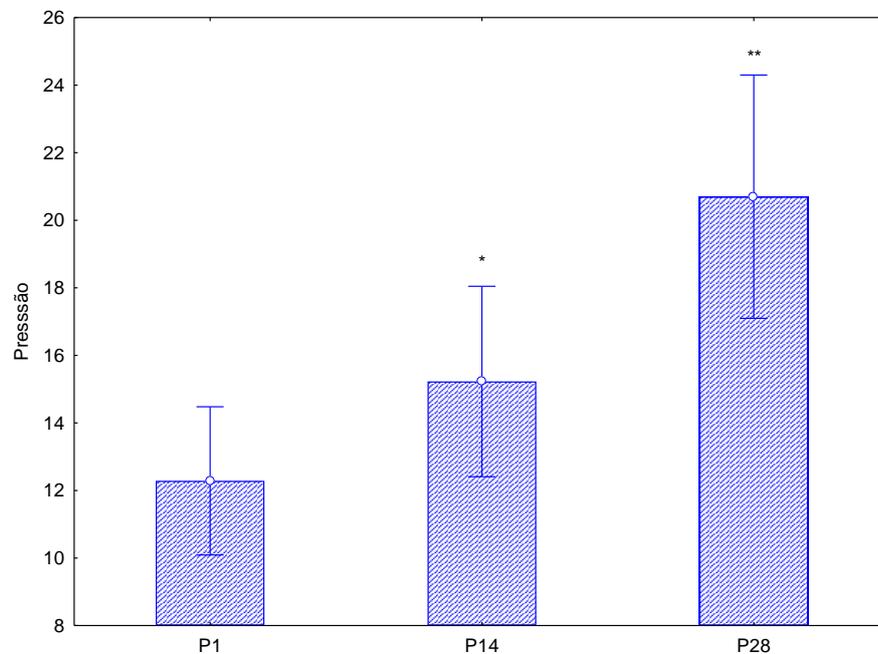


Figura 7: Médias e intervalos de confiança (95%) de pressão, em cm/H₂O, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI.

Em relação à variável força, foi possível observar que houve diferença estatística significativa entre os três períodos de avaliação, sendo significativamente maior no 28º dia após intervenção ($F_{2,28}=44,34$; $p<0,0001$) (Figura 8 e Tabela 9).

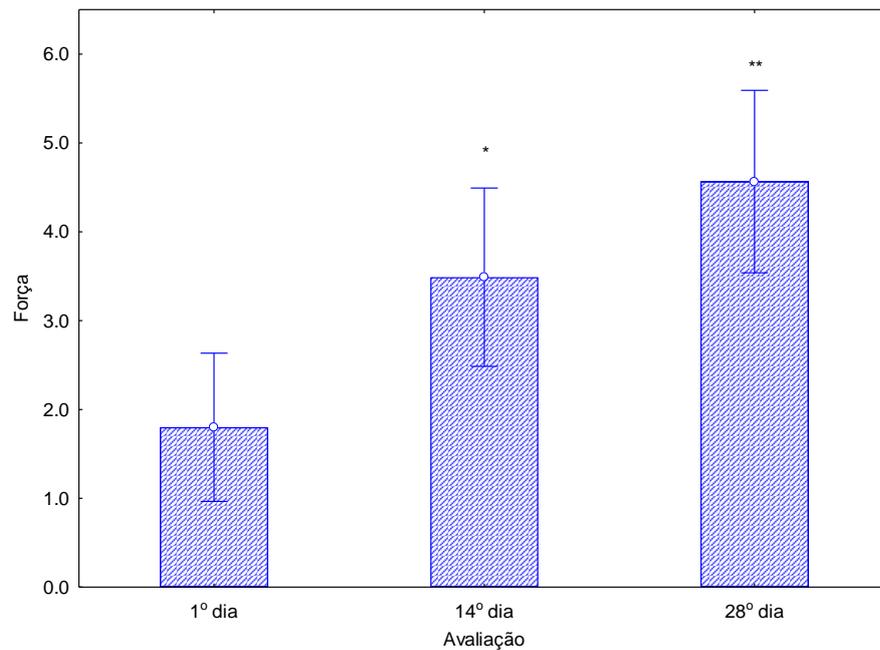


Figura 8: Médias e intervalos de confiança (95%) de força, em newton, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI.

Em relação à variável fluxo, foi possível observar que houve diferença estatística significativa entre os períodos de 14º e 28º dias após intervenção em relação ao 1º dia de avaliação ($F_{2,28}=10,52$; $p=0,00094$) (Figura 9 e Tabela 9).

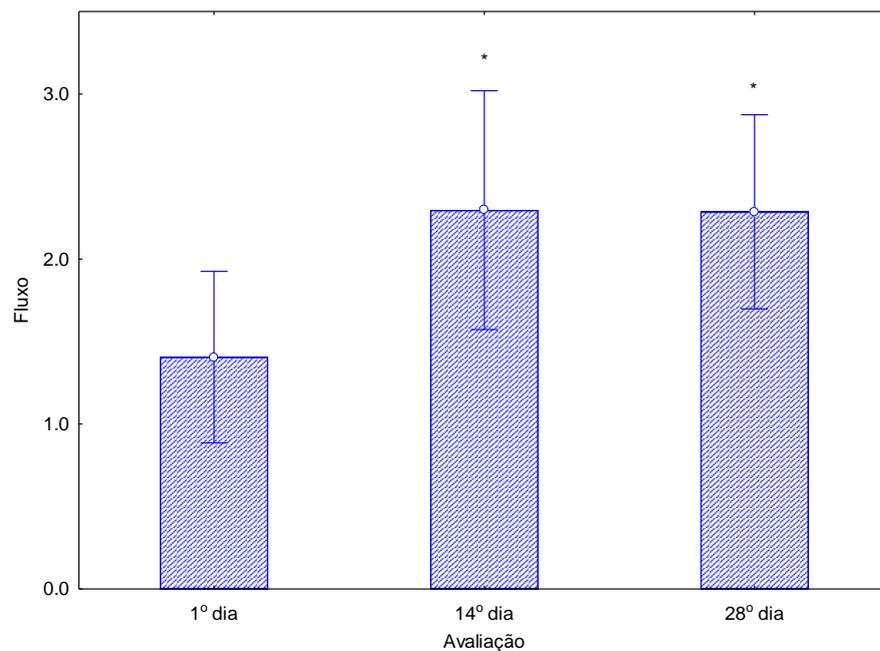


Figura 9: Médias e intervalos de confiança (95%) de fluxo, em litros/seg, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI.

Em relação a variável energia, foi possível observar que não houve diferença estatística significativa entre os três períodos ($F_{2,28}=0,279$; $p=0,7597$) (Figura 10 e Tabela 9).

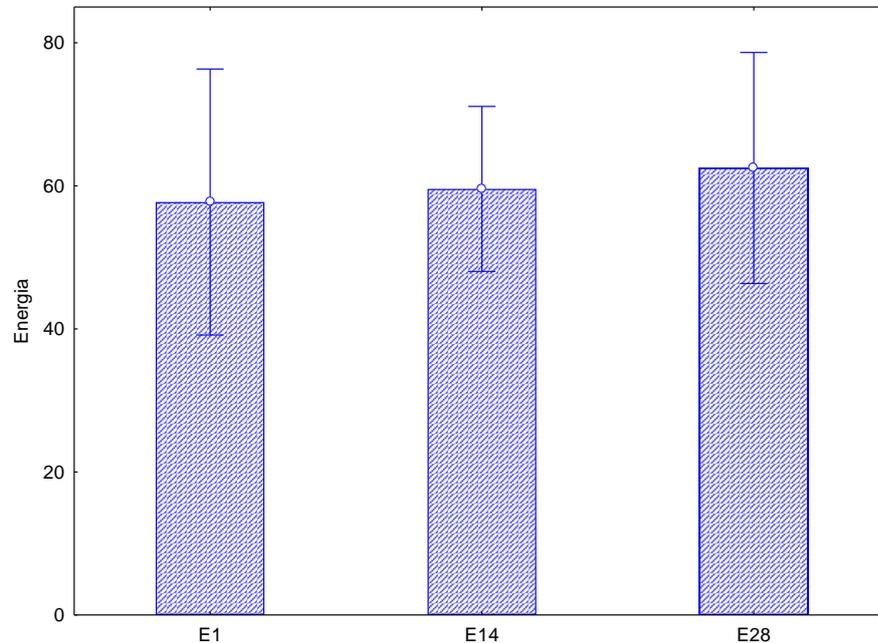


Figura 30: Média de energia, em joules, no 1º, 14º e 28º dias pós-intervenção com TMI para o grupo GPTI.

Tabela 9: Médias e Desvios Padrão (DP) de força, fluxo, e energia após o uso do TMI pelo grupo GPTI no 1º, 14º e 28º dias. P-valor da Análise da Variância para Medidas Repetidas.

Grupos	1º dia		14º dia		28º dia		p-valor
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Pressão	12,28	3,07	15,23	3,94	20,70	5,03	<0,0001
Força	1,80	1,16	3,49	1,40	4,56	1,43	<0,0001
Fluxo	1,40	0,73	2,30	1,01	2,29	0,82	0,0009
Energia	57,74	26	59,57	16,12	62,50	22,57	0,7597

Em relação aos efeitos das variáveis pulmonares de volume, força, fluxo e energia, este protocolo e este recurso de treinamento, mostrou-se eficaz, aumentando o volume pulmonar, o trabalho e balanceando o gasto energético (Tabela 9), então, se sugere que estudos futuros possam utilizar-se destas variáveis fornecidas pelo equipamento utilizado nesta pesquisa, não somente ficando limitados ao uso da manovacuometria (MEDEIROS et al., 2017; KELLENS et al., 2011; MENEZES et al., 2016; WALTERSPACHER et al., 2013).

Estudos prévios demonstram que na população idosa, a diminuição da massa e da função muscular esquelética é uma constante (SANTILLI et al., 2014). Nas pessoas acima dos 65 anos essa porcentagem chega a 14% de perda. Sendo o diafragma o principal músculo inspiratório responsável por 75% da inspiração (HARO; GODAY; SOLER, 2002). A manutenção e o ganho de força do mesmo se torna essencial, devido a isso, nossos resultados são relevantes. Evitando assim, risco de mortalidade principalmente quando relacionado a suscetibilidade de doenças pulmonares. Terceira causa morte nos idosos no Brasil (FAVERIO et al., 2014; SHARMA; GOODWIN, 2006).

Tendo como base esta afirmativa, a associação de TMI e Pilates foi a válvula motriz que estimulou a realização do presente estudo. Na atual conjuntura do envelhecimento populacional, o incremento e associação de métodos e recursos se faz necessária para evitar complicações e reduzir a mortalidade desta população.

Ao término da pesquisa, foi apresentado ao grupo controle, os resultados do presente estudo e destacou-se a intervenção que obteve maior benefício. Após esse momento, foi dado o direito aos integrantes deste grupo de realizar o mesmo protocolo de intervenção.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou-se eficaz para avaliar os efeitos pulmonares, de condicionamento físico e na força muscular nas idosas.

Concluiu-se ainda que a globalidade na intervenção com essa população é mais eficaz que o uso individualizado de equipamentos e técnicas específicas.

A fisioterapia é um excelente aliado na prevenção, na promoção, manutenção da saúde, qualidade de vida e capacidade funcional da população gerontológica. A aplicabilidade deste método e recurso tecnológico, devem fazer parte da linha de trabalho dos fisioterapeutas, em prol do bem estar e qualidade de vida dos mesmos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACSM. **ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. [S.l: s.n.], 2014. 89 p. 37 v.

ALBUQUERQUE, Isabella Martins *et al.* Effects of short inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and functional capacity in physically active elderly: A quasi-experimental study. **European Journal of Physiotherapy** v. 15, n. January, p. 11–17 , 2013.

ALVARENGA, G M *et al.* Vibratory Platform Effect of Kinetic-Functional Performance on Elderly Balance. **International Journal of Science and Engineering Investigations** v. 5, n. 59 , 2016.

ALVARENGA, G M *et al.* Physiotherapy Intervention During Level I of Pulmonary Rehabilitation on Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review. **The Open Respiratory Medicine Journal** v. 10, n. 1, p. 12–19 , 2016.

ARCHIZA, Bruno *et al.* Acute effects of different inspiratory resistive loading on heart rate variability in healthy elderly patients. **Brazilian Journal of Physical Therapy** v. 17, n. 4, p. 401–408 , 2013.1413355520120.

ÁVILA, Ana; GUERRA, Márcia; MENESES, Maria. Se o velho é o outro , quem sou eu ? A construção da auto-imagem na velhice. **Pensamiento** v. 3, p. 7–18 , 2007.1657-8961.

BABAYIGIT IREZ, Gonul *et al.* Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. **Journal of Sports Science and Medicine** v. 10, p. 105–111 , 2011.

BARBOSA, Rita Maria dos Santos Puga. Resenha do livro "Atividade Física, Saúde e Qualidade de Vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo", de Markus Vinicius Nahas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte** v. 34, n. 2, p. 513–518 , jun. 2012.

BOLFARINE, Heleno; BUSSAB, Wilton O. **Elementos de Amostragem**. São Paulo-SP: Editora Blucher, 2005. 274 p. p. .

BONOMO, Lorenzo *et al.* *Aging and the Respiratory System* .**Radiologic Clinics of North America**. [S.l: s.n.]. , 2008.

CADER, Samária *et al.* Efeito do treino dos músculos inspiratórios sobre a pressão inspiratória máxima e a autonomia funcional de idosos asilados. **Motricidade** v. 3, n. 1, p. 279–288 , 2007.

CANCELA, Jose M.; DE OLIVEIRA, Iris M.; RODRÍGUEZ-FUENTES, Gustavo. Effects of Pilates method in physical fitness on older adults. A systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity** v. 11, n. 2, p. 81–94 , 21 out. 2014.

CARMO, Cleber Nascimento Do *et al.* Mortalidade por doenças cardiopulmonares em idosos no estado de Mato Grosso, 1986 a 2006. **Revista de Saúde Pública** v. 44, n. 6, p. 1112–1119 , 2010.

CEBRIÀ I IRANZO, Maria dels àngels *et al.* Intervención fisioterápica preventiva del deterioro de la musculatura respiratoria en ancianas institucionalizadas con limitación funcional. **Archivos de Bronconeumologia** v. 49, n. 1, p. 1–9 , 2013.

CRAPO, Robert O. *et al.* *ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test* .**American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**. [S.l: s.n.] , 2002

DELLA, Mea Plentz R *et al.* *Inspiratory muscle training in autonomic control in healthy individuals. [Portuguese]* .**Salud(i)Ciencia**. [S.l: s.n.], 2014.

DRĂGOI, Răzvan-Gabriel *et al.* Inspiratory muscle training improves aerobic capacity and pulmonary function in patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled study. **Clinical Rehabilitation** v. 30, n. 4, p. 340–346 , 2016.

DURUTURK, Neslihan; ACAR, Manolya; DOGRUL, Mustafa Ilgaz. Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, exercise capacity, physical fitness and daily living activities in patients with asthma. **European Respiratory Journal** v. 46, n. suppl 59, p. PA967 , 2015.

EURICO SOLIAN TORRES LIBERALINO; TATYANE CAVALCANTE CORDEIRO DE SOUSA; VÂNIA REJANE LOPES DA SILVA. Influência dos exercícios do método Pilates sobre o sistema cardiopulmonar. **REBES REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO E SAÚDE GVAA** v. 1, n. 3, p. 59–64 , 2013a.

FAVERIO, Paola *et al.* *The management of community-acquired pneumonia in the elderly* .**European Journal of Internal Medicine**. [S.l: s.n.], 2014.

FERREIRA, Paulo Eduardo Gomes; RODRIGUES, Alfredo José; ÉVORA, Paulo Roberto Barboza. Efeitos de um Programa de reabilitação da musculatura inspiratória no Pós-operatório de Cirurgia Cardíaca introdução. **Arq Bras Cardiol** v. 92, n. 4, p. 275–282 , 2009.

FONSECA, Marília De Andrade *et al.* Programa de treinamento muscular respiratório: impacto na autonomia funcional de idosos. **Rev Assoc Med Bras** v. 56, n. 6, p. 642–8 , 2010.

FREITAS, Elizabete Viana. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 4.ed ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HARO ESTARRIOL, M; RUBIO GODAY, M; SOLER, M Vilaplana. ¿Qué es el diafragma? **Med Integral** v. 39, n. 2, p. 72–84 , 2002.

HELPAGE. Global AgeWatch Index 2013524a93640776b.pdf. p. 1–8 , 2013.

Introduction: Standards of Medical Care in Diabetes. **Diabetes Care** v. 41, n. Supplement 1, p. S1 LP-S2 , 1 jan. 2018.

KELLENS, I *et al.* [Inspiratory muscles strength training in recreational athletes]. **Revue des maladies respiratoires** v. 28, n. 5, p. 602–608 , 2011.0761-8425.

LIPKIN, D P *et al.* Six minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. **British medical journal (Clinical research ed.)** v. 292, n. 6521, p. 653–655 , 1986.0959-8138.

LOPES, Emmanuel Dias de Souza; RUAS, Gualberto; PATRIZZI, Lislei Jorge. Efeitos de exercícios do método Pilates na força muscular respiratória de idosos: um ensaio clínico. **Revista Brasileira Geriatria Gerontologia** v. 17, n. 3, p. 517–523 , 2014.

MACEDO, Camila; GAZZOLA, Juliana Maria; NAJAS, Myrian. Síndrome da fragilidade no idoso: importância da fisioterapia. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde, Santo André** v. 33, n. 3, p. 177–184 , 2008.

MAIA, FOM *et al.* Fatores de risco para mortalidade em idosos. **Rev Saude Publica** v. 40, n. 6, p. 1049–1056 , 2006.

MARÉS, G; OLIVEIRA, KB; PIAZZA, MC. A importância da estabilização central no método Pilates: uma revisão sistemática. **Fisioterapia e Movimento** v. 25, n. 2, p. 445–451 , 2012.

MATSUDO, Sandra *et al.* Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estupo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde** v. 6, n. 2, p. 5–18 , 2012.

MEDEIROS, Ana Irene Carlos *et al.* Inspiratory muscle training improves respiratory muscle strength, functional capacity and quality of life in patients with chronic kidney disease: a systematic review. **Journal of Physiotherapy** v. 63, n. 2, p. 76–83 , 2017.

MENEZES, Kênia KP *et al.* Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. **Journal of Physiotherapy** v. 62, n. 3, p. 138–144 , 2016.

MORAES, Edgar Nunes De. **Princípios Básicos de Geriatria e Gerontologia**. Belo Horizonte: Coopmed, 2008. .

NETTO, P. M. **Tratado de Gerontologia**. 2. ed ed. São Paulo-SP: [s.n.], 2007. .

OLIVEIRA FRANCISCO, Cristina; DE ALMEIDA FAGUNDES, Alessandra; GORGES, Bruna. *Effects of Pilates method in elderly people: Systematic review of randomized controlled trials* .**Journal of Bodywork and Movement Therapies**. [S.l: s.n.], 2015.

OLIVEIRA, Mariel *et al.* Efeitos da técnica expansiva e incentivador respiratório na força da musculatura respiratória em idosos institucionalizados. **Fisioterapia em Movimento** v. 26, n. 1, p. 133–140 , 2013.

ONU. World population, ageing. **Suggested citation: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Population Ageing** v. United Nat, n. (ST/ESA/SER.A/390, p. 164 , 2015.

PASCOTINI, Fernanda dos Santos *et al.* Espirometria de incentivo a volume versus a fluxo sobre parâmetros respiratórios em idosos. **Fisioterapia e Pesquisa** v. 20, n. 4, p. 355–360 , 2013.

PAUL, Franz. *GPower* . Germany: Universitat Kiel. , 2010.

PEREIRA, Carlos Alberto De Castro. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia** v. 28, n. supl 3, p. S1–S82 , 2002.

PLENTZ, Rodrigo Della Méa *et al.* Treinamento muscular inspiratório em pacientes com

insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** v. 99, n. 2, p. 762–771 , 2012.

REYCHLER, Gregory *et al.* *Randomized Controlled Trial of the Effect of Inspiratory Muscle Training and Incentive Spirometry on Respiratory Muscle Strength, Chest Wall Expansion, and Lung Function in Elderly Adults* .**Journal of the American Geriatrics Society**. [S.l: s.n.], 2016.

RUIVO, Susana *et al.* Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar. Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis. **Revista Portuguesa de Pneumologia** v. XV, n. 1, p. 630–653 , 2009.

SACCO, Isabel C. N *et al.* Método Pilates em Revista: Aspectos Biomecânicos de Movimentos específicos para reestruturação postural – Estudos de caso. **Rev. bras. ciênc. mov** v. 13, n. 4, p. 65–78 , 2005.

SANTILLI, Valter *et al.* *Clinical definition of sarcopenia* .**Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism**. [S.l: s.n.] , 2014.

SHARMA, Gulshan; GOODWIN, James. *Effect of aging on respiratory system physiology and immunology* .**Clinical interventions in aging**. [S.l: s.n.], 2006.

SOUZA, Helga *et al.* Effects of Inspiratory Muscle Training in Elderly Women on Respiratory Muscle Strength, Diaphragm Thickness and Mobility. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences** v. 69, n. 12, p. 1545–1553 , 2014.

STANMORE, T. **Pilates para as costas: exercícios para as costas, os ombros e o pescoço**. Barueri: [s.n.], 2008.

STATSOFT. *Statistica (data analysis software system)* . Tulsa-USA: [s.n.] , 2004

SUN, Fei; NORMAN, Ian J; WHILE, Alison E. Physical activity in older people: a systematic review. **BMC Public Health** v. 13, n. 1, p. 449 , 2013.

TEODORI, Rosana M. *et al.* Reeducação postural global: Uma revisão da literature. **Revista Brasileira de Fisioterapia** v. 15, n. 3, p. 185–189 , 2011.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de Pesquisa em Atividade**

Física. 6a. ed. ed. Porto Alegre-RS: [s.n.], 2012. .

UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, Population Division. Volume I: Comprehensive Tables (ST/ESA/SER.A/399). **World Population Prospects - The 2017 revision** v. I, p. 1–377 , 2017.

VAN BUUREN, S. *et al.* Reference chart of inspiratory muscle strength: A new tool to monitor the effect of pre-operative training. **Physiotherapy (United Kingdom)** v. 100, n. 2, p. 128–133 , 2014.0031-9406.

WALTERSPACHER, S *et al.* Activation of respiratory muscles during respiratory muscle training. **European Respiratory Journal. Conference: European Respiratory Society Annual Congress** v. 42, n. no pagination , 2013.

WARKEN ROSA, Fernanda *et al.* Evaluating physical capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: comparing the shuttle walk test with the encouraged 6-minute walk test Artigo Original. **J Bras Pneumol** v. 32, n. 2, p. 106–13 , 2006.1806-3713.

7.1 APENDICE 2 : PUBLICAÇÕES RESULTANTES DA TESE

ALVARENGA, G. M.; CHARKOVSKI, S. A. ; SANTOS, L. K.; TOMAZ, G.; SILVA, M. B. **Effects of Pilates method in association with inspiratory muscle training in lung function in elderly women.** Clinics, in press, 2018.

ALVARENGA, G. M.; GRANZA, F. L. ; MALINVERNI, P. ; SIQUEIRA, K. S. ; MAIA, J. M. ; GAMBA, H. R. **Vibratory Platform Effects of Kinetic-Functional Performance on Elderly Balance.** International Journal of Science and Engineering Investigations, v. 5, p. 119-122, 2016.

ALVARENGA, G. M.; GAMBA, H. R. ; MACEDO, R. M. ; HELLMANN, L. E. ; FERRARI, V. G. . **Physiotherapy Intervention During Level I of Pulmonary Rehabilitation on Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review.** The Open Respiratory Medicine Journal, v. 10, p. 12-19, 2016.

ALVARENGA, G. M.; GAMBA, H. R. ; CHARKOVSKI, S. A. ; SANTOS, L. K. **Effects of pilates method in association with inspiratory muscle training in lung function in elderly women.** In: European Respiratory Society - Annual Congress, 2016, Londres. Annals from the European Respiratory Society congress 2016. United Kingdom: European Respiratory Journal, 2016. v. 48. p. 1358.

ALVARENGA, G. M.; GAMBA, H. R. ; MACEDO, R. M. ; PAULA, E. H. ; SANTOS, V. G. ; GAUGLITZ, A. **Intervenção Fisioterapêutica durante a Fase I da Reabilitação Pulmonar na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: Uma Revisão Sistemática.** In: XVIII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia Intensiva, 2016, Belo Horizonte. Anais do XVIII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia Intensiva. Londrina - PR: Assobrafir Ciencia, 2016. v. 7. p. 353-353.

ALVARENGA, G. M.; GAMBA, H. R. ; ZIZCYCKI, C. C. ; KUNHAVALIK, E. **A Postura e o Apoio Plantar em Idosas com Escoliose no Uso do Método Pilates Stúdio: Resultados Preliminares.** In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2014, Uberlândia MG. CBEB 2014- XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA. Bauru SP: Canal 6 Editora, 2014. v. 1. p. 2552-2555.