

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

ADÍLIA KAROLINE FERREIRA SOUZA

**O TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO MELHORA A CAPACIDADE
FUNCIONAL NA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO? – UM ESTUDO PILOTO**

RECIFE

2016

ADÍLIA KAROLINE FERREIRA SOUZA

**O TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO MELHORA A CAPACIDADE
FUNCIONAL NA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do grau de mestre em Fisioterapia.

Linha de Pesquisa: Intervenção e instrumentação fisioterapêutica.

Orientador: Dr^a Anna Myrna Jaguaribe de Lima

Co-Orientador: Dr^a Àrmèle de Fátima Dornelas de Andrade

RECIFE
2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

S729t Souza, Adília Karoline Ferreira.
O treinamento muscular inspiratório melhora a capacidade funcional na apneia obstrutiva do sono? ? – um estudo piloto / Adília Karoline Ferreira Souza. – 2016.
76 f.: il.; tab.; 30 cm.

Orientadora: Anna Myrna Jaguaribe de Lima.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-graduação em Fisioterapia. Recife, 2016.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Apneia do sono tipo obstrutiva. 2. Exercícios respiratórios. 3. Tolerância ao exercício. Lima, Anna Myrna Jaguaribe de (Orientadora).
II. Título.

616.858 89 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS2017-030)

“O TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO MELHORA A CAPACIDADE FUNCIONAL NA APNÉIA OBSTRUTIVA DO SONO? - UM ESTUDO PILOTO”

ADÍLIA KAROLINE FERREIRA SOUZA

APROVADO EM: 27/07/2016

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. ANNA MYRNA JAGUARIBE DE LIMA

COORIENTADORA: PROF^a. DR^a. ARMÉLE DORNELAS DE ANDRADE

COMISSÃO EXAMINADORA:

PROF^a. DR^a. SÍLVIA REGINA ARRUDA DE MORAES – ANATOMIA / UFPE

PROF^a. DR^a. DANIELLA CUNHA BRANDÃO – FISIOTERAPIA / UFPE

PROF^a. DR^a. MARIA CECÍLIA MARINHO TENÓRIO – EDUCAÇÃO FÍSICA / UFRPE

Visto e permitida à impressão

Coordenadora do PPGFISIOTERAPIA/DEFISIO/UFPE

Dedico este trabalho aos meus pacientes que dedicaram à mim tempo e confiança, fazendo de suas limitações oportunidades para contribuir com a ciência e aos meus pais, por tudo que representam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer que somos construídos por partes. Por isso, agradeço:

À Deus, pois sei o que sou para Ele. Sei de sua força, paternidade e colo que foram oferecidos à mim em todos os momentos de minha vida. Pela proteção, luz e guia. “Pois por Ele, para Ele, são todas as coisas”. À Maria, por sua presença tão forte em mim.

À minha família. Meus pais, por acreditarem em meus sonhos até quando eu duvidei da minha capacidade em alcançá-los. Por exercerem tão lindamente as suas funções, na forma de instruir, educar e amar. À Mainha, por ser exatamente como é. Por ter abdicado de seus sonhos em função da realização dos sonhos de seus filhos, pelo seu colo, ligações, palavras e compreensão em tudo. À Painho, por ter colocado sorrisos em momentos aparentemente tristes, por acreditar em mim, por todas as vezes que sussurrou timidamente “Você vai vencer minha filha, você merece”. Aos meus irmãos, pelo exemplo que sempre foram. À Andrêssa, por ter mostrado o quão interessante é a ciência e por ter feito Bianca, que me estimula pelo simples fato de existir. À Larissa, por ser a irmã mais presente, parceira e cuidadosa. À Leonardo, por ter construído essa realização em forma de apoio, presença, financiamento e amor. Dizem que família a gente não escolhe, mas se eu pudesse, escolheria cada um de vocês.

Aos meus amigos. À todos eles. Meus parceiros de vida, que estiveram participando de forma coadjuvante em cada etapa desse processo. Que escutaram, estiveram em orações, emanaram energias positivas e foram as minhas forças, distração e renovação de fé todos os dias. Aos meus “Observadores” e Elisa Aguiar, aos amigos ‘de sempre’ (Alysson Rocha, Jaime Coelho e Renan Farias), aos amigos da escola, das madrugadas de desabafos (Bruno Miranda, Ricardo Duarte), da universidade (Kênia Sousa, Priscila Queiroz, Stefano Machado, Marina Medeiros, Daniel Maciel, Bruno Carneiro), e as que estiveram comigo nos piores e melhores momentos dessa fase, permitindo que tudo se tornasse mais leve, Natália Freire e Daniela Lucena. Em especial à Sabrinne Raposo, Anderson Pereira por fazerem parte de mim de uma forma tão sublime.

Aos amigos que encontrei no Mestrado. Aos meus “M2”, Jasiel Frutuoso, Marcelly Kellyane e Adriane Cardim, pela paciência, instrução e por serem nossos guias em situações que só a experiência e a boa vontade poderiam resolver. Especialmente à Larissa Sayão, por ter encarado comigo boa parte das coletas, por sua responsabilidade, pela profissional que é e por sua luz, que contagia e a Bárbara Barros, que como ela mesma diz, desde o começo foi minha irmã mais velha, me ensinou, me orientou e esteve sempre por perto, para uma conversa gostosa, caso houvesse café.

Aos meus pacientes, por terem confiado em mim e contribuído para que esse trabalho fosse concretizado. Pelas ligações, demonstrações de carinho e por terem recebido a missão de colaborar com a ciência através de suas limitações.

Aos colegas de turma. À Eduarda Moretti, com quem compartilhei dúvidas e soluções, risos e angústias e por ser tão solícita em tudo. À Jéssica Leite, pela parceria constante. À Helen Fuzzari, Sandra Fluhr, Filipe Pinheiro e Amanda Couto, por serem parte de um time, pela ajuda em ocasiões particulares, pela presença e parceria, em especial à Sóstynis Albuquerque (Sos), que foi minha segurança, minha certeza que as coisas ficariam bem, minha diversão, meu parceiro de coletas “de última hora”, meu amigo.

À Niège Melo, por ter vivido comigo todas as etapas dessa conquista, cuidando como uma mãe, orientando como uma irmã e participando como uma amiga. Qualquer homenagem à você seria pouco para te explicar o que representou para mim sua fatídica ligação, sua caneta que seria emprestada na primeira prova e a frase que ecoou e se fez verdade “Ainda vamos nos ver muito por esses corredores”, além de “O que é do homem, o boi não lambe”. Obrigada, obrigada por ser quem você é e por isso ser tão incrível pra quem convive e te conhece de verdade. Meus abraços nunca te faltarão.

À todos os integrantes do Lacap, por serem segunda casa, segunda família. Compartilhamos mais do que objetivos, compartilhamos vida e os tenho enorme apreço. Agradeço em especial à Ana Irene Medeiros, por me surpreender todos os dias com seu talento de ser a profissional que é e por ter me acompanhado com tanto carinho e responsabilidade em grande parte dessa caminhada. À Renata Pereira, pelo cuidado, responsabilidade e pelo seu humor.

Aos Doutorandos, Helga Muniz, Catarina Rattes, Maíra Florentino e principalmente Taciano Rocha, por toda a atenção, tempo e conhecimento dedicados e compartilhados a fim de esclarecer, ajudar, aconselhar e orientar as melhores escolhas e melhores caminhos.

À todos meus professores, que foram muito além da minha formação profissional. Na vida acadêmica, serei eternamente grata à Giselda Coutinho, Renata Farias, Alecsandra Tomaz e principalmente à Danilo Vasconcelos, por seus exemplos e contribuições como profissionais diferenciados e por terem olhado pra mim com tanto amor.

À Professora Armèle Dornelas, por ter sido tão receptiva e ter me “adotado” no seu espaço com tanto carinho. Obrigada por todos os minutos esporádicos que pedi ajuda e sua atenção e sapiência foram solícitas à mim. Obrigada por ter me permitido fazer parte e crescer tanto com o seu apoio, confiança e exemplo. Tenho honra de ter dividido todas essas experiências com a senhora e desejo que a ciência possa ganhar presentes frutos de seu empenho. Muito obrigada por tudo.

Às professoras, Daniella Cunha, Cyda Reinaux, Shirley Campos e Etiene Oliveira, agradeço por todas as participações, contribuições e dia-a-dia. A força que o nosso grupo tem depende diretamente da energia de todas vocês. Obrigada por todo o apoio.

À Anna Myrna Lima, que me surpreendeu positivamente desde os primeiros contatos, que mesmo estando longe não me desamparou e que exerceu com louvor a missão que a docência impõe. Sou grata por toda paciência, amizade e leveza com que fui orientada.

“O barco está seguro no porto, mas não foi pra isso que os barcos foram
construídos.” – Paulo Coelho

RESUMO

Introdução: A apneia obstrutiva do sono (AOS) é uma doença crônica, progressiva e incapacitante, considerada um problema de saúde pública e que pode comprometer a saúde cardiorrespiratória e, consequentemente, a capacidade funcional do indivíduo. O treinamento físico global tem se mostrado eficaz na melhora da capacidade funcional em diversas populações, inclusive na AOS, enquanto o treinamento específico da musculatura inspiratória (TMI), para melhora da tolerância ao esforço na AOS, não há relatos na literatura. **Objetivos:** Avaliar a eficácia do treinamento da musculatura inspiratória sobre a capacidade funcional em indivíduos com AOS. **Métodos:** Foi realizado um estudo controlado, randomizado e duplo-cego, composto por 16 pacientes com AOS moderada ou grave, divididos em dois grupos: treinamento muscular inspiratório (TMI) (G1: n=8) e controle (G2: n=8). Durante doze semanas, o grupo TMI realizou um protocolo de treino com carga moderada [$>50\%$ da pressão inspiratória máxima (P_{imax})], enquanto o grupo controle utilizou carga $<20\%$ da P_{imax}. Os pacientes avaliados foram submetidos a testes de força da musculatura respiratória (manovacuometria), de função pulmonar (espirometria), avaliação antropométrica por fichas próprias e bioimpedância no primeiro dia de avaliação. No segundo dia foi realizado a ultrassom para avaliação da mobilidade e espessura diafragmática, o teste de esforço cardiopulmonar e foram dadas orientações para realização do treinamento domiciliar. A avaliação inicial foi feita no prazo de quinze dias, a partir daí, o paciente recebia ligações periódicas e retornava para reavaliação e ajuste de carga quinzenalmente. O treinamento durou doze semanas e após esse período o paciente foi reavaliado pelos mesmos terapeutas do início, também no prazo de quinze dias após a última data do treino. **Resultados:** Os resultados mostraram que o TMI não modificou a capacidade funcional, a função pulmonar, a mobilidade e a espessura diafragmática. Analisando o grupo TMI, nos momentos pré e pós treinamento, observamos redução na sonolência diurna excessiva ($11,1 \pm 4,5$ vs $6,4 \pm 3,7$; $p = 0,005$) e aumento da força muscular inspiratória ($85,0 \pm 23,5$ mmHg vs $-117 \pm 5,8$; $p = 0,029$). Ao compararmos no momento pós treinamento os grupos TMI e controle, foi observada redução do índice de apneia/hipopneia (IAH) ($22,2 \pm 12,0$ vs $44,5 \pm 17,5$ eventos/h; $p = 0,011$). **Conclusão:** De acordo com os resultados do presente trabalho, o TMI, no período de doze semanas, parece não causar repercussões sobre a capacidade funcional, função pulmonar, mobilidade e espessura diafragmática e na percepção da qualidade do sono e na sonolência diurna excessiva. No entanto, nestes pacientes, o TMI mostrou-se eficaz na melhora da gravidade da AOS.

Palavras-chave: Apneia do sono tipo obstrutiva. Exercícios respiratórios. Tolerância ao exercício.

ABSTRACT

Introduction: Obstructive sleep apnea (OSA) is a chronic, progressive and disabling disease, considered a public health problem that can contribute to cardiorespiratory disease and functional capacity disability. Physical training has been proven effectiveness on improving functional capacity in several studies, including AOS, while specific inspiratory muscle training (IMT), for improving exercise tolerance in OSA, has no reports in the literature. **Objectives:** Evaluate the efficacy of inspiratory muscle training on functional capacity in patients with OSA. **Methods:** We conducted a controlled, randomized, double-blind study, consisting of 16 patients with moderate and severe OSA, divided into two groups: inspiratory muscle training (IMT) (G1: n = 8) and control (G2: n = 8). For twelve weeks, the TMI group held a training protocol with moderate load [$> 50\%$ of maximal inspiratory pressure (MIP)], while the control group used a $<20\%$ load of patients assessed PImáx. Patients underwent strength tests respiratory muscles (manometer), pulmonary function (spirometry), anthropometric assessment and bioimpedance on the first day of evaluation. On the second day was performed ultrasound to evaluate the diaphragm thickness and mobility, cardiopulmonary stress testing and also guidelines were given for home training. The initial assessment was made within fifteen days, then periodic calls were made for control and the patient returned for re-evaluation and load adjustment every two weeks. The training lasted twelve weeks and after this period the patient was reevaluated by the same therapists on the beginning, also within fifteen days to the last date of training. **Results:** The results showed that the IMT did not change the functional capacity, lung function, mobility and diaphragmatic thickness. Analyzing the TMI group, pre and post training, we observed a reduction in excessive daytime sleepiness (11.1 ± 4.5 vs 6.4 ± 3.7 ; $p = 0.005$) and increased inspiratory muscle strength ($85.0 \pm 23,5\text{mmHg}$ vs. -117 ± 5.8 ; $p = 0.029$). When comparing post training time the IMR and control groups was observed reduction in apnea / hypopnea index (AHI) (22.2 ± 12.0 vs. 44.5 ± 17.5 events / h; $p = 0.011$). **Conclusion:** According to the results of this work, the IMR in the period of twelve weeks, seems to don't cause effects on functional capacity, pulmonary function, mobility and thickness diaphragmatic and perception of sleep quality and excessive daytime sleepiness. However, in these patients, the IMR was effective on improving severity of OSA.

Keywords: Obstructive sleep apnea. Breathing exercises. Exercise tolerance.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOS – Apneia obstrutiva do sono

IAH – Índice de Apneia ou Hipopneia

TMI – Treinamento da musculatura inspiratória

DPOC- Doença pulmonar obstrutiva crônica

IC- Insuficiência Cardíaca

VAS – Via aérea superior

PA- Pressão arterial

FC – Frequência Cardíaca

VE – Ventilação Pulmonar

SNS – Sistema Nervoso Simpático

HAS- Hipertensão arterial sistêmica

CPAP- *Continuous positive airway pressure*

DO- Dispositivo Oral

VO_{2máx} – Consumo máximo de oxigênio

O₂ – Gás oxigênio

VCO₂ – Produção de dióxido de carbono

RER – Taxa de troca respiratória

SCV – Sistema Cardiovascular

TC6 – Teste de caminhada de seis minutos

SWT – *Shuttle walk test*

AVD-Glittre- Teste de atividades de vida diária de Glittre

SNC – Sistema nervoso central

VO₂Pico – Pico de consumo de oxigênio

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

IMC- Índice de massa corpórea

PI_{máx} – Pressão inspiratória máxima

PE_{máx} – Pressão Expiratória Máxima

PSQI – Pittsburgh sleep questionnaire index

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFMG – Universidade Federal de Minas Geral

VR – Volume residual

CPT – Capacidade pulmonar total

VEF1- Volume da expiração forçada no primeiro segundo

CVF – Capacidade vital forçada

PFE- Pico de fluxo expiratório

VEF1/CVF- Relação entre VEF1 e CVF

TECP – Teste de esforço cardiopulmonar

VC- Volume corrente

CRF- Capacidade Residual Funcional

TE- Taxa de Espessamento

CAPES – Coordenação de aperfeiçoamento do ensino superior

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	16
2 INTRODUÇÃO.....	17
2.1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1.1 <i>Apneia obstrutiva do sono</i>	18
2.1.2 <i>Apneia obstrutiva do sono e capacidade funcional</i>	20
2.1.3 <i>Treinamento muscular inspiratório</i>	22
2.1.4 <i>Treinamento muscular inspiratório e capacidade funcional</i>	23
3 OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo geral.....	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1 Desenho do estudo e aspectos éticos	26
4.2 Local e período do estudo.....	26
4.3 Amostra.....	26
4.3.1 Critérios de elegibilidade.....	26
4.4 Métodos de randomização e cegamento	27
4.5 Avaliação.....	27
4.6 Protocolo	28
4.6.1 Escala de sonolência de Epworth.....	29
4.6.2 Índice de qualidade do sono de Pittsburgh.....	29
4.6.3 Bioimpedância.....	30
4.6.4 Manovacuometria.....	30
4.6.5 Espirometria.....	30
4.6.6 Teste de esforço cardiopulmonar	31
4.6.7 Ultrassom.....	31
4.6.7.1 Espessura diafragmática.....	31

4.6.7.2 Mobilidade diafragmática.....	32
4.6.8 Protocolo de TMI	33
4.6.9 Análise estatística.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICES.....	43
Apêndice A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	44
Apêndice B: Ficha de Avaliação	47
Apêndice C: Diário de TMI	49
Apêndice D: Artigo	51
ANEXOS.....	73
Anexo 1: Escala de Sonolência de EPWORTH	74
Anexo 2: Índice de Qualidade do sono de Pittsburgh	75

1. APRESENTAÇÃO

Essa dissertação faz parte da linha de pesquisa “Fisioterapia: Desempenho Físico-Funcional e Qualidade de Vida” relacionados ao sono e aos distúrbios do sono. Para a sua realização, recebeu a colaboração do Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar – LACAP (Universidade Federal de Pernambuco- UFPE), Laboratório do Sono e Coração do Pronto Socorro Cardiológico de Pernambuco – PROCAPE e do Laboratório de Fisiologia do Exercício e Saúde Humana (Universidade Federal Rural de Pernambuco) e da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Nessa pesquisa foi realizado um ensaio clínico, randomizado e duplo cego, que avaliou o treinamento da musculatura inspiratória com carga moderada durante doze semanas em pacientes com apneia obstrutiva do sono e suas repercussões na capacidade funcional desses pacientes. Os dados obtidos resultou no artigo “Eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a capacidade funcional, o índice apneia-hipopneia, mobilidade e espessura diafragmática, força muscular inspiratória na apneia obstrutiva do sono: um estudo randomizado e controlado” que foi submetido à revista *Disability and rehabilitation* (conceito A1 na área 21 da capes) em julho de 2016.

Outros estudos relacionados a construção dessa dissertação foram apresentados em forma de pôster no XV Congresso Brasileiro do sono em Porto de Galinhas- PE em 2015:

“Respostas cardiorrespiratórias ao teste de AVD-Glittre em pacientes com apneia obstrutiva do sono: um estudo piloto” e “Avaliação da mobilização e espessura diafragmática em pacientes com apneia obstrutiva do sono”.

De acordo com as normas do programa de pós-graduação *strictu-sensu* em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, o presente trabalho foi estruturado nas seguintes sessões:

2 Introdução; 3 Objetivos; 4 Materiais e Métodos; 5 Resultados e Discussão e 6 Considerações Finais.

2. INTRODUÇÃO

A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio caracterizado por colapsos das vias aéreas superiores, que podem ser totais (apneias) ou parciais (hipopneias). É clinicamente reconhecido pela presença de roncos, sensação de sufocamento, sonolência diurna excessiva e apneias testemunhadas (MORGENTHALER, *et al.*, 2006; MYERS, *et al.*, 2013). Sua classificação tem como parâmetro o índice de apneia e hipopneia (IAH), isto é, a quantidade de eventos por hora em uma noite de sono (sendo considerado normal até 5 eventos/hora, leve entre 5 e 15 eventos/hora, moderado entre 15 e 30 eventos/hora e grave quando maior que 30 eventos/hora).

Estudos estimam que a AOS moderada atinge, em média, cerca de 4% nos homens e 2% nas mulheres em uma população geral. A principal faixa etária de surgimento da AOS está compreendida entre 30-60 anos de idade e associa-se a fatores como a obesidade (nessa população a prevalência da AOS é de 40%), envelhecimento, sexo masculino, menopausa, tabagismo, alcoolismo e predisposição genética (PEDROSA, LORENZI-FILHO, DRAGER, 2008; WON-LEE, *et al.*, 2008).

Além disso, doenças cardiovasculares como hipertensão, arritmias, insuficiência cardíaca e síndrome metabólica apresentam-se associadas à AOS e que contribuem diretamente para o comprometimento da capacidade funcional nesses pacientes (LIN, *et al.*, 2006; PRZYBYLOWSKI, *et al.*, 2007). Em 2003, SAULEDA, *et al.* reforçaram esses achados, por concluir que indivíduos com AOS possuem mudanças bioenergéticas e estruturais tanto nos músculos diretamente expostos à sobrecarga durante o sono (inspiratórios), quanto naqueles periféricos (quadríceps femoral). Tais mudanças são consequência dos quadros de hipóxia/reoxigenação que ocorrem no momento do sono e são responsáveis pela fadiga generalizada e comprometimento da capacidade funcional (CHIEN, *et al.*, 2010; SAULEDA, *et al.*, 2003).

O treinamento da musculatura inspiratória (TMI), de forma semelhante ao treinamento da musculatura periférica, também obedece aos princípios do treinamento de duração, frequência e intensidade, a fim de que os objetivos sejam alcançados. Esses exercícios são realizados, normalmente, com um sistema de válvula unidirecional que determina a carga, o tempo e a

intensidade do treino, de acordo com os objetivos terapêuticos (BERLOWITZ & TAMPLIN, 2014).

Quanto às respostas fisiológicas, o TMI é uma estratégia clínica capaz de melhorar a força da musculatura inspiratória, a capacidade funcional, dispneia e qualidade de vida em diversas populações, tanto em indivíduos saudáveis (ILLI, *et al.*, 2012) como em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (CHARUSUSIN, *et al.*, 2013; GOSSELINK, *et al.*, 2011), insuficiência cardíaca (IC) (MARCO, *et al.*, 2013), doenças neurológicas (BERLOWITZ & TAMPLIN, 2014) e obesos (BARBALHO-MOULIM, *et al.*, 2011).

Nesse contexto, o TMI apresenta-se como uma possibilidade de melhorar a tolerância ao esforço em pacientes com AOS, pelo seu simples manuseio e aparente efetividade.

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Apneia obstrutiva do sono

Descoberta na década de 1960, a AOS é o distúrbio do sono mais comum, caracterizado pela obstrução das vias aéreas superiores (VAS), por colapsos totais ou parciais na região faríngea. Atualmente, pode ser considerada como um problema grave de saúde pública, devido ao aumento de sua prevalência, consequências na qualidade de vida desses pacientes e até relação com acidentes de trânsito (SILVA, *et al.* 2009; YOUNG, 2009).

Acredita-se que fatores anátomo-funcionais, como a função inadequada dos músculos dilatadores das VAS, a fraqueza muscular e anatomia dessas vias aéreas são importantes na etiologia da doença (ECKERT, *et al.*, 2011). Essencialmente, o colapso da faringe ocorre quando há redução do tônus da musculatura dilatadora, havendo interações entre fatores anatômicos, neurais (CHIEN, *et al.*, 2010) e funcionais. Esta associação causa desequilíbrio entre a pressão de sucção inspiratória intrafaríngea e as forças dilatadoras dos músculos faríngeos das VAS (MANCINI, *et al.*, 2000).

Durante a pausa respiratória, inicia-se uma cascata de eventos hemodinâmicos, autonômicos, químicos e metabólicos compensatórios que tentam reestabelecer o equilíbrio homeostático. Ocorre dessaturação da

hemoglobina (hipoxemia) e retenção do gás carbônico (hipercapnia), detectadas pelos quimiorreceptores periféricos e centrais. Estes, por sua vez, ativam o sistema nervoso simpático (SNS), com elevação da pressão arterial (PA), da frequência cardíaca (FC) e da ventilação pulmonar (VE) (DRAGER, *et al.*, 2002; NARKIEWICZ, *et al.*, 1998; LUIZ & DUARTE, 2010). Porém, a repetição dessa ativação dos receptores pode contribuir promovendo sua dessensibilização. A atividade simpática pode permanecer elevada mesmo no período de vigília, explicando os aumentos de PA durante o dia e o surgimento da HAS em indivíduos com AOS (DRAGER, *et al.*, 2002; COOPER, *et al.*, 2005; KRIEGER, *et al.*, 2010).

Outros efeitos causados pela ativação simpática são os microdespertares, capazes de cessar abruptamente a apneia, por promoverem aumento da atividade dos músculos dilatadores da faringe e restauração do diâmetro das VAS (RYAN & BRADLEY, 2005). Os microdespertares são responsáveis pela fragmentação do sono e sonolência diurna excessiva, causando problemas sociais, laborais e de qualidade de vida (MORGENTHALER, *et al.*, 2006).

Ainda sobre os eventos de hipóxia/reoxigenação, eles também induzem a produção e liberação de radicais livres, ativando vias inflamatórias e acarretando danos musculares e vasculares. A retenção de marcadores inflamatórios como angiotensina II, endotelina, interleucina-C e proteína C reativa são consequência da produção de espécies reativas de oxigênio, capazes de inibir a produção de óxido nítrico. Como consequência, é gerado, cronicamente, um ambiente favorável à formação de placas de ateroma, responsáveis por infartos, embolias, HAS e doenças neurológicas (KRIEGER, *et al.*, 2010; PHILLIPS, DRISCOLL, 2013; BOSC, *et al.*, 2010).

No que diz respeito ao diagnóstico da AOS, a polissonografia é o método padrão-ouro de escolha. Trata-se de um exame complexo, composto por análise de eletroencefalograma, do fluxo de ar nasal, da saturação de oxigênio, do esforço respiratório e do eletrocardiograma. Outra alternativa é a poligrafia portátil que se limita a mensurar o fluxo aéreo nasal, os roncos, os movimentos respiratórios, a saturação de oxigênio e a frequência cardíaca. Apesar de propor uma avaliação mais simples, a poligrafia é acurada, segura e,

em alguns casos, mais viável e confortável para o paciente (MLS, 2014; MORGENTHALER, *et al.*, 2006; QASEEM, *et al.*, 2014).

Dentre os tratamentos propostos para a AOS, podemos citar o CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure*), que gera uma pressão positiva nas VAS mantendo-as abertas para a passagem do fluxo de ar. Outra alternativa é o uso de dispositivos orais (DO), que corrigem o posicionamento da mandíbula e evitam o colapso da faringe. Há ainda as cirurgias para a correção anatômica e ampliação das vias aéreas. Por fim, o exercício físico associado à dieta é capaz de reduzir valores de IAH e peso corporal (THOMASOULI, *et al.*, 2013). Uma meta-análise realizada em 2013, também apresentou o exercício físico como uma estratégia terapêutica de baixo custo e eficaz para redução da gravidade da apneia e melhora da eficiência do sono (IFTIKHAR, KLINE & YOUNGSTEDT, 2014).

2.1.2 Capacidade funcional e a apneia obstrutiva do sono

A capacidade funcional pode ser definida como a capacidade de um indivíduo de realizar trabalho aeróbico, definido pelo consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx.}$). Esta variável correspondente ao produto do débito cardíaco máximo pela diferença arteriovenosa de O_2 máxima, quando o indivíduo é submetido a um esforço de caráter progressivo e máximo (MACHADO, 2007; ARENAR, *et al.*, 2007; McARDLE, *et al.*, 2011). Outras variáveis como o limiar anaeróbio, potência (ou taxa de trabalho), produção de dióxido de carbono (VCO_2), taxa de troca respiratória (RER), frequência cardíaca (FC) e eficiência ventilatória (VE) também são consideradas índices fisiológicos preditores de *performance* (FRAZÃO, *et al.*, 2015).

Considerando o envolvimento muscular global no desempenho, não só a musculatura esquelética periférica, mas também a musculatura respiratória podem limitar a tolerância ao exercício, tendo importante função na fisiopatologia de doenças cardiopulmonares. A principal alteração é a fraqueza muscular, pois quando presente contribui para a ativação de reflexos cardiovasculares que agravam e restringem ainda mais a capacidade funcional (LIMA, *et al.*, 2008).

Nestas doenças cardiovasculares crônico-degenerativas, a capacidade funcional pode estar afetada pelas condições de sobrecarga cardiovascular gerada a partir da cronicidade da doença. Suas consequências acarretam danos permanentes, como estresse oxidativo, desequilíbrio metabólico, lesão muscular, hiperatividade simpática (provedora de arritmias, hipertensão arterial, distúrbios na FC, etc.), hipertrofia miocárdica e insuficiência cardíaca, interferindo no suprimento de oxigênio corporal e na capacidade funcional (JACKSON & O'FARRELL, 1993; MANCINI, *et al.*, 2000). Em doenças pulmonares, como por exemplo, a asma e DPOC, os pacientes possuem desequilíbrio homeostático gasoso, que também compromete a tolerância ao exercício (BRADLEY & FLORAS, 2009).

Sobre a AOS influenciar a capacidade funcional, os estudos ainda demonstram controvérsias. Em 2015 um estudo utilizando o teste de caminhada de seis minutos (TC6), concluiu que pacientes com AOS teriam redução da capacidade funcional. (SAAD, *et al.*, 2015). Já em 2009, um estudo concluiu que a obesidade (comumente associada à AOS) seria o fator mais evidente na alteração da capacidade funcional. Em 2013, os mesmos autores comparam grupos de obesos e não obesos com e sem AOS e comparando os níveis de VO_{2max} concluíram que a obesidade, de fato, pode mascarar essa associação e que ela é a principal responsável (RIZZI, *et al.*, 2010; RIZZI, *et al.*, 2013).

Outro fator que pode estar envolvido com a limitação da tolerância ao esforço na AOS é o aumento do estresse oxidativo gerado pelo desequilíbrio metabólico, provocando lesão muscular (JACKSON & O'FARRELL, 1993). Estas lesões, associadas às pausas respiratórias, repercutem sobre o sistema cardiovascular (SCV) e contribuem para o desenvolvimento das comorbidades nos pacientes com AOS, causando arritmias, hipertensão arterial sistêmica e pulmonar, hipertrofia de ventrículo direito e esquerdo e insuficiência cardíaca (MANCINI, *et al.*, 2000).

Para aferir a capacidade funcional, podemos utilizar métodos diretos e indiretos. O teste de esforço cardiopulmonar permite avaliar, de maneira precisa, a capacidade cardiorrespiratória e metabólica através da medida direta de consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e da determinação dos limiares

ventilatórios, possibilitando uma prescrição adequada e individualizada da intensidade do treinamento físico (RONDON, *et al.*, 1998). Mesmo sendo considerado o método padrão-ouro, a avaliação ergoespirométrica é de alto custo e por isso tem acesso restrito, fazendo com que os testes de ergométricos sejam mais utilizados na avaliação da capacidade funcional (RONDON, *et al.*, 1998).

Outra opção para mensurar a capacidade funcional é o uso dos testes de campo, que permitem a avaliação indireta da tolerância ao exercício. Os mais habituais, principalmente na população acometida por doenças crônico-degenerativas, são o teste de caminhada de 6 minutos (TC6), o *shuttle walk test* (SWT) e o teste AVD-Glittre (DOURADO, 2010; SKUMLIEN, *et al.*, 2006; VILARÓ, *et al.*, 2008).

2.1.3 Treinamento muscular inspiratório

O treinamento de musculatura inspiratória (TMI) foi primeiro descrito por LEITH e BRADLEY em 1976 como uma estratégia de terapia útil no aprimoramento de parâmetros ventilatórios. Consiste em um procedimento capaz de impor sobrecarga aos músculos inspiratórios com o objetivo de aumentar sua resistência e força (MOODIE, REEVE, ELKINS, 2011).

Para tal objetivo, alguns dispositivos podem ser utilizados, sejam eles com limiar de pressão ou resistores não lineares. Os que apresentam limiar de pressão oferece controle da carga imposta aos músculos envolvidos. São constituídos por uma válvula unidirecional que se abre após o paciente gerar esforço inspiratório que ultrapassa a carga pressórica ajustada no dispositivo (MOODIE, REEVE, ELKINS, 2011).

O powerbreathe® corresponde a uma linha de produtos desenvolvida por cientistas de universidades britânicas (Loughborough e Birmingham) em 1996, sendo a linha *Powerbreathe®ClassicLight* a mais simples, podendo ser ajustada manualmente com cargas compreendidas entre 10 e 90 cmH₂O pelo seu sistema analógico do tensor de molas (CAINE, McCONNEL, 2000).

As figuras 1 e 2 representam modelos de dispositivos comumente utilizados na prática clínica para protocolos de treinamento de musculatura inspiratória.



Figura 1: Dispositivo utilizado para o treinamento dos músculos inspiratórios **Threshold®IMT**.



Figura 2: Dispositivo utilizado para o treinamento dos músculos inspiratórios **PowerBreatheClassicLight®**.

2.1.4 *Treinamento muscular inspiratório e capacidade funcional*

Nas últimas décadas, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de esclarecer os efeitos localizados e sistêmicos do TMI envolvendo desde indivíduos saudáveis àqueles acometidos por doenças do sistema cardiovascular e respiratório. Um estudo realizado em 2005 demonstrou que o TMI pode reduzir a atividade simpática e os efeitos do metaboreflexo (KIM, SAPIENZA, 2005). Outros estudos, relataram que os aumentos da força de pressão inspiratória podem levar à melhora da aptidão cardiorrespiratória em idosos (AZNAR-LAIIN, *et al.*, 2007), e também pode estar associado à redução da pressão arterial sistêmica em pacientes hipertensos (FERREIRA, *et al.*, 2013) e aumento da sensibilidade à insulina em pacientes diabéticos (SILVA, *et al.*, 2012).

A tolerância ao esforço é um item da aptidão física que também pode ser melhorado com o TMI (MARKOV, *et al.*, 2001; EDWARDS & WALKER, 2009). Uma das hipóteses que relacionam o TMI à melhora da capacidade funcional em pacientes com DPOC é que o TMI proporciona aumento dos volumes e capacidades pulmonares, gerando maior conforto na realização de exercícios (LUO, *et al.*, 2012).

Ainda sobre a tolerância ao esforço, em 2011, NOAKES explica que o TMI pode induzir uma modulação neurobiológica sobre a percepção à fadiga. A excitação antecipada do SNC interage com os estímulos dos receptores

periféricos (receptores de temperatura, pressão arterial, pH sanguíneo e sensações respiratórias) e proporciona a diminuição da percepção dos esforços respiratórios. Reduzidas as sensações de fadiga, o recrutamento muscular, também mediado pelo SNC, influencia o desempenho cardiorrespiratório, aumentando o limiar da fadigabilidade e sustentação da tolerância ao exercício com maiores intensidades e por períodos mais longos (EDWARDS, 2013; NOAKES, *et al.*, 2004).

No entanto, apesar de muitos estudos ressaltarem que a melhora no desempenho dos músculos respiratórios aumenta a capacidade funcional, a eficácia do TMI ainda continua controversa (McCONNELL, 2012; McCONNELL, ROMER, 2006; PATEL, *et al.*, 2012). Como não exerce ação direta nos parâmetros gasosos avaliados no teste máximo de esforço (VO_{2pico} , VO_2 e Ventilação Minuto) (EDWARDS & COOKIE, 2006; SPENGLER, *et al.*, 1999), o TMI parece diminuir a percepção à fadiga durante a realização do exercício de alta intensidade em indivíduos saudáveis (EDWARDS, 2013).

Atualmente, o resultado de vários tratamentos para AOS são prejudicados pela dificuldade de adesão, seja pelo alto custo ou pelo incômodo ao qual o paciente é submetido. Desta forma, a inserção de protocolos de TMI como alternativa para promoção de melhora das repercussões cardiovasculares e na qualidade do sono desses pacientes deve ser considerada, tanto pela facilidade de manuseio quanto pelo baixo custo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a efetividade do treinamento muscular inspiratório sobre a capacidade funcional em pacientes com apneia obstrutiva do sono.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Avaliar e comparar a capacidade funcional dos pacientes com apneia obstrutiva do sono pós-treinamento muscular inspiratório específico;

3.2.2 Avaliar e comparar a força muscular inspiratória e a função pulmonar nos indivíduos com apneia obstrutiva do sono pós-treinamento muscular inspiratório específico;

3.2.3 Avaliar e comparar a qualidade do sono e sonolência diurna e gravidade da apneia pós-treinamento muscular inspiratório específico;

3.2.4 Avaliar e comparar a mobilidade e espessura diafragmática pós-treinamento muscular inspiratório específico.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Desenho do estudo e aspectos éticos

Foi realizado um ensaio clínico, randomizado, controlado e duplo-cego. A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em pesquisa para seres humanos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), de acordo com a resolução 466/12, sob protocolo 36660314.8.0000.5208. O estudo foi registrado no *Clinical Trials* e pode ser identificado pelo registro NCT02584205. Todos os participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

4.2 Local e período do estudo

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de março de 2015 a março de 2016.

4.3 Amostra

A amostra foi composta por 16 pacientes com diagnóstico de apneia obstrutiva do sono. A triagem foi realizada no Pronto-Socorro Cardiológico de Pernambuco (PROCAPE), através do acesso a exames de poligrafia realizados no mesmo hospital e filtragem pelos critérios de elegibilidade.

O primeiro contato foi feito por telefone, a fim de checar os dados fornecidos pelo registro do paciente e esclarecer dados faltosos. A partir daí, os pacientes filtrados foram convidados a participar da pesquisa.

4.3.1 Critérios de Elegibilidade

Inclusão: Foram incluídos na pesquisa homens ou mulheres, com idade entre 30 e 65 anos, sedentários, diagnóstico de apneia do sono moderada ou grave ($IAH \geq 15$) realizado pela poligrafia (*apnea link*) nos últimos seis meses e com $18 \leq IMC \leq 39,9 \text{ kg/m}^2$.

Exclusão: Foram excluídos os pacientes com histórico prévio de pneumopatias (DPOC, enfisema pulmonar), cardiopatias (insuficiência cardíaca), doenças neurológicas (AVE) e doenças ortopédicas (artrose, osteófitos).

4.4 Método de randomização e cegamento

A randomização foi feita em bloco através do site *randomization.com* por uma terceira pessoa não envolvida na pesquisa. A mesma distribuiu e alocou a divisão de grupos em envelopes pretos e opacos numerados de 1 a 16.

À medida que os pacientes foram convidados a comparecer no laboratório e participar da pesquisa, se associavam a um número correspondente à cronologia das avaliações. O terapeuta responsável pelos ajustes de carga tinha em cada envelope a identificação e alocação desse paciente em grupo controle ou TMI.

Grupo controle n=8: Os pacientes desse grupo receberam o *powerbreathe*® ajustado com carga entre 10 e 20% de sua P_{Imáx} e foram submetidos ao protocolo de treinamento.

Grupo TMI n=8: Os pacientes desse grupo receberam o *powerbreathe*® ajustado com carga moderada (>50%) de sua P_{Imax} e foram submetidos ao protocolo de treinamento.

Ambos os grupos foram avaliados periodicamente (quinzenalmente), porém apenas o grupo intervenção recebeu ajustes de carga incremental.

4.5 Avaliação

Os pacientes foram triados através de informações do registro geral do hospital, contatados por telefone e convidados a comparecer ao laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP), na Universidade Federal de Pernambuco.

No primeiro dia, foram coletados os dados pessoais e antropométricos através de uma ficha de avaliação própria (APÊNDICE B) e da bioimpedância. Além disso, foram aplicados os questionários de sonolência diurna (ANEXO 1), o questionário de qualidade de sono de Pittsburgh (ANEXO 2) e os testes de força muscular inspiratória (manovacuometria) e função pulmonar (espirometria) também foram feitos. No segundo dia, os pacientes realizaram o exame de ultrassom para a avaliação de espessura e mobilidade diafragmática e o teste de esforço cardiorrespiratório (ergoespirometria). Também receberam

o aparelho *powerbreath®ClassicLight*, e ensaiaram o primeiro treino (supervisionado) sendo então orientados a cumprirem com um protocolo de treino domiciliar, seguindo as recomendações e fazendo anotações em um diário de treino (APÊNDICE C). Essa avaliação foi realizada dentro do prazo de quinze dias. O processo de seleção, alocação e coleta estão apresentados no fluxograma da pesquisa (Figura 1.)

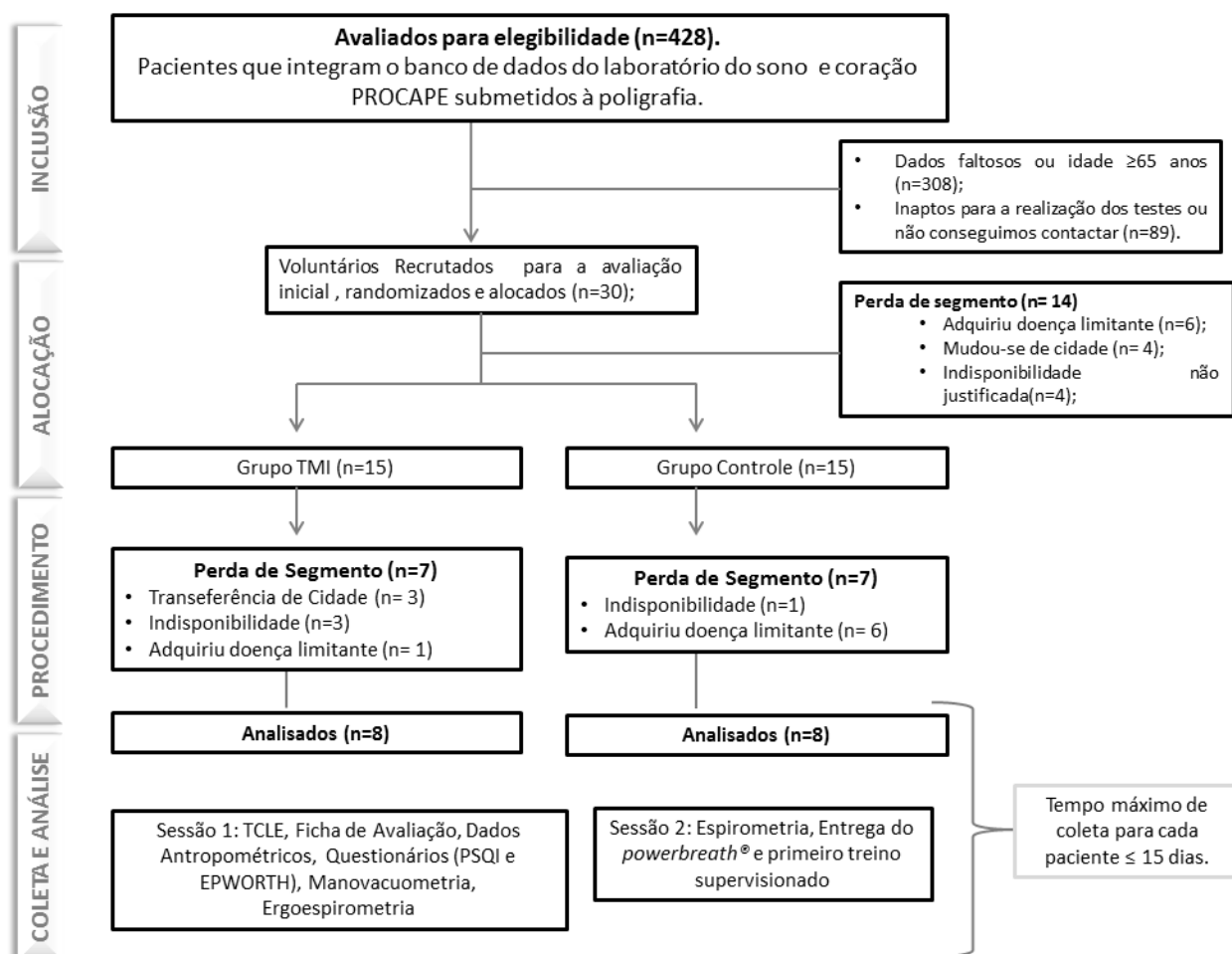


Figura 1: Fluxograma da Pesquisa

4.6 Protocolo

Foi estabelecido carga moderada (50 a 60% da P_Imax) para o grupo de treino e carga entre 10-20% da P_Imax para o grupo controle, descrita como insuficiente para promover treinamento (HILL, *et al.*, 2010). O treino foi realizado através do aparelho *powerbreathe®ClassicLight*.

O paciente foi orientado a permanecer sentado, com joelhos e tornozelos fletidos à 90°, pés apoiados chão, uma mão segurando o aparelho e a outra apoiada sobre a perna. Com o clipe nasal, realizava três ciclos de trinta incursões respiratórias explosivas, com o intervalo de um minuto entre elas. O treino durava aproximadamente quinze minutos e deveria ser feito duas vezes ao dia (com intervalo de pelo menos uma hora entre cada treino), sete dias por semana, durante doze semanas.

O acompanhamento dava-se por ligações periódicas (prazo máximo de sete dias) e a cada quinze dias o paciente retornava para ser reavaliado (força da musculatura inspiratória e ajuste de carga). Nos encontros, era realizado novamente um treino supervisionado e observadas as anotações do diário de treino.

Após as doze semanas, o paciente foi reavaliado pelo mesmo avaliador inicial por todos os instrumentos utilizados no período pré-treino no prazo máximo de duas semanas e o exame de poligrafia também foi realizado no hospital PROCAPE dentro desse prazo, laudado sempre pelo mesmo médico.

4.6.1 Escala de Sonolência de Epworth

Apresenta oito situações cotidianas e solicita uma auto avaliação do paciente sobre a possibilidade de cochilar na realização dessas atividades, pontuando de 0 a 3, sendo 0: nenhuma chance de cochilar, 1: pequena chance, 2: moderada chance, 3: alta chance. Quando a soma dos componentes é ≥ 10 , é entendido que o paciente tem sonolência diurna excessiva que precisa ser investigada (BERTOLAZI, *et al.*, 2009) (ANEXO 1).

4.6.2 Índice de qualidade de sono de Pittsburgh:

Trata-se de um questionário auto avaliativo para qualidade e distúrbios do sono. Dezenove itens individuais geram sete "componentes" de pontuação: qualidade subjetiva do sono, latência do sono, duração do sono, eficiência habitual do sono, distúrbios do sono, uso de medicação para dormir, e disfunção diurna. A soma das pontuações para estes sete componentes produz uma pontuação global que classifica a qualidade do sono em boa (0 a 4

pontos), ruim (5 a 10 pontos) ou presença de distúrbio do sono (mais que 10 pontos) (ANEXO 2).

4.6.3 Bioimpedância

A balança de bioimpedância do modelo InBody R20 (Biospace Co., Ltd – Korea) foi utilizada para a coleta de índice de massa corpórea (IMC), percentual de massa gorda e percentual de massa magra. O paciente foi orientado a retirar todos os objetos metálicos, sapatos e meias, ficar em pé na balança sem se mover ou falar e posicionado em toda região metálica. Em seguida, foi solicitado ao paciente que segurasse um suporte com as duas mãos, posicionando os polegares na região metálica da região interna do suporte, com uma semi-flexão de ombros.

4.6.4 Manovacuometria

Para obtenção dos valores de pressões respiratórias máximas, foi utilizado um manovacuometro digital (NEPEB-LabCare/UFMG), acoplado a um bocal tipo mergulhador e um clipe nasal. Esse aparelho contém um orifício de fuga de 2mm de diâmetro. Para a realização da manobra, o paciente era orientado a permanecer sentado com joelhos fletidos à 90°, realizar duas respirações basais e depois um “esvaziamento completo do ar dos pulmões” e, a partir do volume residual (VR), realizar uma inspiração forçada. A manobra foi repetida no mínimo três vezes, com um intervalo de pelo menos um minuto entre elas, até que o sistema considerasse três manobras válidas (valores que não diferem mais do que 10% uma da outra). O valor da mais alta pressão inspiratória de platô foi a medida considerada válida. (PESSOA, *et al.*, 2014; ATS/ERS, 2002).

4.6.5 Espirometria

Para mensurar a função pulmonar utilizou-se o espirômetro Minispir®*light* acompanhado do software Winspiro®*light*. O paciente estava sentado, com joelhos fletidos à 90° e realizou três respirações profundas. Ele inspirou até a sua capacidade pulmonar total (CPT) e depois exalou todo o ar até o seu volume residual (VR) para obtenção das variáveis: VEF₁ (Volume expiratório forçado no primeiro segundo), CVF (Capacidade vital forçada), PFE (Pico de

fluxo expiratório) e relação VEF_1/CVF . O teste foi reproduzido no mínimo três vezes, com o intervalo de pelo menos um minuto entre as manobras, até que o sistema considerasse a melhor manobra como mais reprodutível e aceitável.

4.6.6 Teste de Esforço Cardiopulmonar

Para a realização o teste de esforço cardiopulmonar (TECP), utilizou-se o protocolo de rampa em esteira ergométrica (Centurium 300, Micromed, Brasil), através do software ErgoPCElite®, associado ao eletrocardiograma (Micromed Brasil) com doze canais. Nesse protocolo, o sistema sugere a velocidade e inclinação que serão incrementadas de forma que o paciente deva atingir seu consumo máximo de oxigênio previsto em 10 minutos. As variáveis respiratórias foram obtidas em condições padrão de temperatura (18-22°C), pressão e umidade (50-70%), coletadas através de uma máscara facial (sem vazamentos), acopladas a um analisador de gases (Cortex – Metalyzer II – Alemanha) durante o exercício. O paciente foi orientado a não se comunicar verbalmente durante o exame, informando através de gestos manuais seus níveis de cansaço e solicitando o término do exame apenas no momento de exaustão. O exame foi considerado máximo quando os pacientes obtiveram uma razão de troca respiratória (R) $\geq 1,1$ (SILVA & FILHO, 2003).

Todos os exames foram realizados por uma médica cardiologista habilitada. O suporte de cuidados emergenciais que poderiam ocorrer também foram fornecidos em todos os exames.

4.6.7 Ultrassom

Foi utilizado o aparelho Sonoace R3, Samsung, Medison, Coréia do Sul no modo B (para avaliação da espessura diafragmática) e no modo M (para avaliação de mobilidade diafragmática).

4.6.7.1 Espessura Diafragmática

Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral esquerdo. Um transdutor linear com alta resolução e baixa penetração (7,5 MHz) foi posicionado perpendicularmente à caixa torácica, entre o oitavo e nono espaço intercostal direito, entre as linhas axilar, anterior e média. As medidas da

espessura foram calculadas a partir do meio da linha pleural até o meio da linha peritoneal. Foram feitas cinco captações e calculadas a média das três maiores medidas que não apresentavam diferença maior que 10% entre elas. As medidas foram coletadas durante respiração basal (volume corrente: VC), respiração forçada (CRF) e durante uma manobra de inspiração máxima (pressão inspiratória) para o cálculo da taxa de espessamento (TE), segundo a fórmula (UEKI, et al., 1995):

$$TE = \frac{\text{Espessura do diafragma durante a manobra de PI}}{\text{Espessura do diafragma durante a manobra CRF}}$$

4.6.7.2 Mobilidade Diafragmática

Os pacientes foram orientados a deitar em decúbito dorsal, inclinados em 45°. Um transdutor convexo (3,5MHz) foi posicionado na linha axilar média do paciente e direcionado cranialmente (TESTA, et al., 2011). Foram captadas cinco manobras, durante a respiração basal (VC), forçada (CRF) e a média das três medidas de maior valor foi calculada, desde que não houvesse diferença maior que 10% entre elas.

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo profissional habilitado.

4.6.8 Protocolo de TMI

Foi estabelecido carga moderada (50 a 60% da P_{Imax}) para o grupo de treino e carga entre 10-20% da P_{Imax} para o grupo controle, descrita como insuficiente para promover treinamento (HILL, et al., 2010). O treino foi realizado através do aparelho *powerbreathe®ClassicLight*.

O paciente foi orientado a permanecer sentado, com joelhos e tornozelos fletidos em 90°, pés apoiados chão, uma mão segurando o aparelho e a outra apoiada sobre a perna. Com o clipe nasal, realizava três ciclos de trinta incursões respiratórias explosivas, com o intervalo de um minuto entre elas. O treino durava aproximadamente quinze minutos e deveria ser feito duas vezes ao dia (com intervalo de pelo menos uma hora entre cada treino), sete dias por semana, durante doze semanas.

O primeiro treino foi supervisionado pelo segundo pesquisador e em seguida o aparelho foi entregue junto a um diário de treino (APÊNDICE C) para a realização dos treinos domiciliares. O acompanhamento era feito por ligações periódicas (prazo máximo de sete dias) e a cada quinze dias o paciente retornava para ser reavaliado (força da musculatura inspiratória e ajuste de carga). Nos encontros, era realizado novamente um treino supervisionado e observadas as anotações do diário de treino.

Após as doze semanas, o paciente foi reavaliado pelo mesmo avaliador inicial por todos os instrumentos utilizados no período pré-treino no prazo máximo de duas semanas e os exames de poligrafia também foram realizados no hospital PROCAPE dentro desse prazo, laudados sempre pelo mesmo médico.

4.6.9 Análise Estatística

Os dados foram tabulados pelo *Microsoft Office Excel*, versão 2013 (*Microsoft, Redmond, USA*). Em seguida, as análises descritivas e inferenciais foram realizadas com auxílio do *software Statistical Package for the Social Sciences*, versão 20.0 (*SPSS Inc, Chicago, IL, USA*).

As variáveis analisadas tiveram distribuição normal quando testadas pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Para comparação das características da amostra entre os grupos TMI e controle, foi utilizado o teste de Mann-Whitney para as variáveis não categóricas e para determinar a diferença na distribuição de frequência das variáveis categóricas entre os grupos, o teste qui-quadrado. Já para avaliar as diferenças inter e intra-grupos [(TMI vs controle) x tempo (antes vs depois do treinamento)] foi aplicado o teste ANOVA de duas vias para medidas repetidas seguido pelo post-hoc de Bonferroni. Os resultados estão mostrados como média $\pm$ desvio padrão po mediana e intervalos interquartis (25% e 75%) e como nível de significância estatística foi considerado um $p < 0,05$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão desta dissertação foram organizados no formato de artigo científico:

Artigo: **Eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a capacidade funcional, sonolência excessiva, mobilidade e espessura diafragmática e força muscular inspiratória na apneia obstrutiva do sono: um estudo piloto randomizado e controlado.**

Foi submetido ao periódico Disability and Rehabilitation – 0963-8288 (Print), 1464-5165 (Online), Fator de impacto 1,985, conceito A1 para área 21 da CAPES.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que a AOS é, antes de tudo, uma doença de causa multifatorial e, portanto, comumente associada a fatores aderentes ao mascaramento e de grande limitação para estudos relacionados a complicações coadjuvantes, como a possível participação na diminuição da capacidade funcional.

Com o presente estudo, pudemos observar que, apesar de parecer não melhorar a capacidade funcional, o TMI reduz o IAH e dessa forma trouxe benefícios quanto à diminuição da gravidade da AOS abrindo possibilidades para o uso do TMI como forma de tratamento.

Dessa forma, sugerimos que novas pesquisas sejam realizadas e que possam trazer resultados pautados em associações fisiológicas pertinentes que possam elucidar protocolos para implantação do TMI como estratégia benéfica à condição clínica do paciente com AOS.

Quanto à sua aplicação, sugerimos considerá-lo como um tratamento coadjuvante, de possível utilização quando associada a outras formas de treinamento físico ou juntamente com o CPAP, para que dessa forma a contribuição quanto a melhora de sintomas e co-morbididades associadas seja oferecida de forma mais ativa e eficaz.

REFERÊNCIAS

American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, V. 166, n. 6, p. 518–626, 2002.

ARENAR, R., MYERS, J., WILLIAMS, M. A., GULATI, M., KLIGFIELD, P., BALADY, G. J., COLLINS, E., FLETCHER, G. **Assessment of functional capacity in clinical and research settings: A scientific statement from the American Heart Association Comittee on Exercise, Rehabilitation and Prevention of the council on clinical cardiology and the council on cardiovascular nursing**. *Circulation*, v. 116, p: 329-363, 2007.

AZNAR-LAIIN, s., WEBSTER, A.L., CANETE, S., SAN JUAN, A.F., LÓPEZ, M.L.M., PÉREZ, M., LUCIA, A., CHICHARRO, J.L. **Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: a randomized controlled pilot trial**. *Int Sports Med*, Dec., 28 (12): 1025-9, 2007.

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

TAMPLIN, J., BERLOWITZ, D.J. **A systematic review and meta-analysis of the effects of respiratory muscle training on pulmonary function in tetraplegia**. *Spinal Cord*, March, 52 (3): 175-80, 2014.

BERTOLAZI, A. N., FAGONDES, S. C., HOFF, L. S., PEDRO, V. D., BARRETO, S. S. M., JOHNS, M. W. **Validação da escala de sonolência de Epworth em português para uso no Brasil**. *Jornal Brasileiro de pneumologia*, v. 35, n. 9, São Paulo, 2009.

BORG, G. A. **Psychophysical bases of perceived exertion**. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.16, n. 5, p. 377-81, 1982.

BOSC, L.V.G, et al. **Mechanisms of intermittent hypoxia induced hypertension**. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, Albuquerque, v.14, p.3-17, jan.2010.

BRADLEY, T. D., FLORAS, J. **Obstructive sleep apnea and it's cardiovascular consequenses**. *Lancet*, vol. 373: 82-93, 2009.

CAINE MP & MCCONNELL AK. **Desenvolvimento e avaliação de um limiar de pressão inspiratória músculo formador para utilização no contexto do desempenho desportivo**. *Journal of Sports Engenharia* 3, 149-159, 2000.

CHARUSUSIN N, GOSSELINK R, DECRAMER M, MCCONNELL A, SAEY D, MALTAIS F, DEROM E, VERMEERSCH S, VAN HELVOORT H, HEIJDR A Y, KLAASSEN M, GLÖCKL R, KENN K, LANGER D. **Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial.** BMJ Open, Aug 5;3(8). pii: e003101. doi: 10.1136/bmjopen-2013-003101, 2013.

CHIEN, M. Y., WU, Y. T., Lee, P. L., CHANG, Y. J., YANG, P. C. **Inspiratory Muscle Dysfunction in patients with severe obstructive sleep apnoea.** European Respiratory Journal, February, v. 35, n° 2, p: 373-380, 2010.

COOPER, V. L. et al. **Interaction of chemoreceptor and baroreceptor reflexes by hypoxia and hypercapnia - a mechanism for promoting hypertension in obstructive sleep apnea.** The Journal of physiology, Reckville Pike, v. 568, p. 677–687, 15 out. 2005.

DOURADO, V. Z. **Equações de referência para o teste de caminhada de 6 minutos em indivíduos saudáveis.** Departamento de ciências da saúde, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Campus Baixada Santista, Santos, São Paulo, Brasil, 2010.

DRAGER LF, LADEIRA RT, BRANDÃO-NETO RA, LORENZI-FILHO G. **Síndrome da Apnéia Obstrutiva do Sono e sua Relação com a Hipertensão Arterial Sistêmica. Evidências Atuais.** Arq Bras Cardiol.v. 78(5): 531–6, 2002.

ECKERT, D. J., LO, Y. L., SABOISKY, J. P., JORDAN, A. S., WHITE, D. P., MALHOTRA, A. **Sensorimotor function of the upper-airway muscles and respiratory sensory processing in untreated obstructive sleep apnea.** Journal Appl Physiol, set., Vol. 111: 1666-1653, 2011.

EDWARDS AM, COOKE CB. **Oxygen uptake kinetics and maximal aerobic power are unaffected by inspiratory muscle training in healthy subjects where time to exhaustion is extended.** Eur. J. Appl. Physiol., 93: 139–66, 2006.

EDWARDS AM. **Respiratory muscle training extends exercise tolerance without concomitant change to peak oxygen uptake: physiological, performance and perceptual responses derived from the same incremental exercise test.** Respirology. Aug;18(6):1022-7, 2013.

EDWARDS AM,WALKER RE. **Inspiratory muscle training and endurance performance: a central metabolic control perspective.** Int. J. Sports Physiol. Perform. 2009; 6: 122–8.

FERREIRA, J.B., PLENTZ, R.D., STEIN, C., CASALI, K.R., ARENA, R., LAGO, P.D. **Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic**

activity in hypertensive patients: a randomized controlled trial. *Int J Cardiol*, Jun, 166(1):61-7, 2013.

FRAZÃO, M., SILVA, V.Z.M., SILVA, P.E., CIPRIANO JR, G. **Bases metodológicas do teste cardiopulmonary de exercício.** Profisio Fisioterapia Cardiovascular e respiratória, ciclo 1, volume 2, 2015.

GOSSELINK, R.; VOS, J. DE; HEUVEL, S. P. VAN DEN; et al. **Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?** *The European Respiratory Journal*, v. 37, n. 2, p. 416–25, 2011 HILL, K., CECINS, N. M., EASTWOOD, P.R., JENKINS, S.C. **Inspiratory muscle training for patients with cronic obstructive pulmonar disease: A pratical guide for clinicians.** *Arch Phys Med Rehabil*, v.91, 1466-1470, 2010.

IFTIKHAR IH, KLINE CE, YOUNGSTEDT SD. **Effects of exercise training on sleep apnea: a meta-analysis.** *Lung* [Internet]. 2014 Feb [cited 2014 Jul 25];192(1):175–84.

ILLI SK, HELD U, FRANK I, SPENGLER CM. **Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis.** *Sports Med*. Aug 1;62(8):707-26, 2012.

JACKSON MJ, O'FARRELL S. **Free radicals and muscle damage.** *Br Med Bull*. V. 69:630–661, 1993.

KIM, j., SAPIENZA, C.M. **Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: Tutorial.** *Journal of Rehabilitation Research & Development*, v. 42, n 2, March/april, 211-224, 2005.

KRIEGER, E. M.; LORENZI-FILHO, G.; DRAGER, L. F. **Atualização Clínica Avanços Recentes do Impacto da Apneia Obstrutiva do Sono na Hipertensão Arterial Sistêmica.** *Arq Bras Cardiol* p. 40–47, 2010

LEITH, D.E., BRADLEY, M. **Ventilatory muscle strength and endurance training.** *J Apply Physiol*, Oct (41 (4): 508-16, 1976.

LIMA, E.V., LIMA, W.L., NOBRE, A., SANTOS, A.M., BRITO, L.M., COSTA, M.R. **Inspiratory muscle training and Respiratory exercises in children with asthma.** *J. Brasileiro de Pneumologia*, aug. 36(8): 552-8, São Luís, Brasil, 2008.

LUIZ, R.; DUARTE, D. M. **Fisiopatologia da apneia obstrutiva do sono.** *Pulmão*, Rio de Janeiro v. 19, p. 68–72, 2010

LUO YM, HOPKINSON NS, POLKEY MI. **Tough at the top: must end-expiratory lung volume make way for end-inspiratory lung volume?** *European Respiratory Journal*, v. 40:283–5, 2012.

MACHADO, M.G.R. **Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação.** Capítulo 36: Diretrizes básicas da fisiologia do exercício para avaliação da capacidade funcional. (SAMORA, G. A. R., VERSIANI, L. C.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MANCINI, M. C., ALOE, F., TAVARES, S. **Apneia do Sono em obesos.** Arq. Bras. Endocrinol. Metabol. Vol. 66, nº1, fev. 2000.

MANCINI, M. C., ALOE, F., TAVARES, S. **Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia.** Arquivos Brasileiros de endocrinologia e Metabologia, v. 66, n. 1, fevereiro, São Paulo, 2000.

MARKOV G, SPENGLER CM, KNOPFLI-LENZIN C ET AL. **Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise.** Eur. J. Appl. Physiol., v. 85: 233–9, 2001.

MARCO E, RAMÍREZ-SARMIENTO AL, COLOMA A, SARTOR M, COMIN-COLET J, VILA J, ENJUANES C, BRUGUERA J, ESCALADA F, GEA J, OROZCO-LEVI M. **High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial.** Eur J Heart Fail. Aug;15(8):892-901, 2013.

McArdle, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício. Nutrição, Energia e Desempenho Humano.** Capítulo 11: Diferenças Individuais e Mensuração das Capacidades Energéticas. Sétima Edição, editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

McConnell AK. **CrossTalk opposing view: respiratory muscle training does improve exercise tolerance.** J.Physiol., 590.15:3397–8, 2012.

McConnell AK, ROMER LM. **Respiratory muscle training in humans: resolving the controversy.** Int. J. Sports Med., 25:286–93, 2006.

MLS, L. T. **Diagnostic accuracy of level 3 portable sleep tests versus level 1 polysomnography for sleep-disordered breathing: a systematic review and metaanalysis.** CMAJ, v. 186, n. 1, p. 25–51, 2014.

MORGENTHALER, T. I. et al. **Practice parameters for the medical therapy of obstructive sleep apnea.** Sleep, EUA, v. 29, n. 8, p. 1031–5, ago. 2006.

MOODIE, L., REEVE, J., ELKINS, M. **Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review.** Journal of Physiotherapy, v. 57 (4): 213-221, 2011.

MYERS K A, MRKOBRA DA M, SIMEL DL. **Does this patient have obstructive sleep apnea? The Rational Clinical Examination systematic review.** JAMA, v.310, p.731-741, ago.2013.

NARKIEWICZ, K.; BORNE, P. J. H.VAN, et al. **Contribution of Tonic Chemoreflex Activation to Sympathetic Activity and Blood Pressure in Patients With.** Circulation, Milão, p. 943–945, 1998.

NOAKES TD, ST CLAIR GIBSON A, LAMBERT EV. **From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans.** Br.J.Sports Med. V. 38: 511–4, 2004.

NOAKES TD. **Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance.** Appl. Physiol. Nutr. Metab. V. 36: 23–35, 2011.

PATEL MS, HART N, POLKEY MI. **CrossTalk proposal: training the respiratory muscles does not improve exercise tolerance.** J. Physiol. 590.15: 3393–5, 2012.

PEDROZA, R. P., LORENZI-FILHO, G., DRAGER, L. F. **Síndrome da apneia obstrutiva do sono e doença cardiovascular.** Rev. Med., abril/junho vol. 87, nº2: 121-7, São Paulo, 2008.

PESSOA IMBS, HOURI NETO M, MONTEMEZZO D, SILVA LAM, ANDRADE AD, PARREIRA VF. **Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines.** Brazilian Journal of Physical Therapy, Sep-Oct;18(5):410-8, 2014.

PHILLIPS, C.L, DRISCOLL D.M.O. **Hypertension and obstructive sleep apnea.** Nature and Science of Sleep, Australia, p.45-52, 2013.

PRZYBYŁOWSKI, T. et al. **Exercise capacity in patients with obstructive sleep apnea syndrome.** Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society, v. 58 Suppl 5, n. Pt 2, p. 563–74, nov. 2007

QASEEM, A. et al. **Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults: a clinical practice guideline from the American College of Physicians.** Annals of internal medicine, v. 161, n. 3, p. 210–20, 5 ago. 2014. RIZZI CF, CINTRA F, RISSO T, PULZ C, TUFIK S, DE PAOLA A, POYARES D. **Exercise capacity and obstructive sleep apnea in lean subjects.** Chest, Jan;137(1):109-14, 2010.

RIZZI CF, CINTRA F, MELLO-FUJITA L, RIOS LF, MENDONÇA ET, FERES MC, TUFIK S, POYARES D. **Does obstructive sleep apnea impair the cardiopulmonary response to exercise?** Sleep, Apr 1;36(4):547-53, 2013.

RONDON, M. U. P. B., FORJAZ, C. L. M., NUNES, N., AMARAL, S. L., BARETTO, A. C. P., NEGRÃO, C. E. **Comparação entre a prescrição de Intensidade de Treinamento físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica.** Arq. Bras. Cardiologia, vol. 70, nº 3: 159-166, 1998.

RYAN, C. M., BRADLEY, T. D. **Pathogenesis of obstructive sleep apnea.** Journal of Applied Physiology, vol. 99: 2660-2650, 2005.

SAAD, H.B., HASSEN, I.B., GHANNOUCHI, I., LATIRI, I., ROUATBI, S., ESCOURROU, P., SALEM, H.B., BENZARTI, M., ABDELGHANI, A. **6-min walk-test data in severe obstructive-sleep-apnea-hypopnea-syndrome (OSAHS) under continuous-positive-airway-pressure (CPAP) treatment.** Respiratory Medicine, v. 109 (5), 642-655, 2015.

SAULEDA, J., GARCIA-PALMER, F. J., TARRAGA, S., MAIMO, A., PALOU, A., AUGUSTI, A. G. N. **Skeletal Muscle changes in patients with obstructive sleep apnoea syndrome.** Respiratory Medicine, v. 97, ed. 7, p: 806-810, 2003.

SILVA, G.A, SANDER, H.H, ECKELI, A.L, MARIA, R, FERNANDES RMF, COELHO, E.B, NOBRE, F. **Conceitos básicos sobre síndrome da apneia obstrutiva do sono.** Rev Bras Hipertens vol.16(3):150-157, 2009.

SILVA, O. B.; FILHO, O.C. **A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer.** Arquivos Brasileiros de cardiologia, v. 81, p. 68-53, 2003.

SKUMLIEN, S., HAGELUND, T., BJØRTUFT, Ø., RYG, M. S. **A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients.** Respiratory Medicine, april, vol. 100: 316-323, 2006.

SPENGLER CM, ROOS M, LAUBE SM et al. **Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans.** Eur. J. Appl. Physiol. V. 79: 299–305, 1999.

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

THOMASOULI, M.-A. et al. The impact of diet and lifestyle management strategies for obstructive sleep apnoea in adults: a systematic review and metaanalysis of randomised controlled trials. Sleep and breathing = Schlaf and Atmung, v. 17, n. 3, p. 925–35, 2013.

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

TAMPLIN J, BERLOWITZ DJ. **A systematic review and meta-analysis of the effects of respiratory muscle training on pulmonary function in tetraplegia.** *Spinal Cord*. Mar;52(3):175-80, 2016.

VILARÓ, J., RESQUETI, V. R., FREGONEZI, G. A. F. **Avaliação clínica da capacidade do exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.** *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, vol. 12, n.6: 269-59, jul/ago, 2008.

WON LEE, M. D., SWAMY NAGUBADI, M. D., MEIR H. KRUGER, M. D., BABAK MOKHLESI, M. D. **Epidemiology of obstructive sleep apnea: a population based perspective.** *Expert Rev. Respir Med.*, junho, vol. 2, nº 3: 369-366, 2008.

YOUNG, T. Rationale, design and findings from the Wisconsin Sleep Cohort Study: Toward understanding the total societal burden of sleep disordered breathing. *Sleep Medicine Clinics*, v. 4, n. 1, p. 37–46, mar. 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Termo de consentimento livre e esclarecido

Universidade Federal de Pernambuco

Departamento de Pós Graduação de Fisioterapia



Termo de Consentimento livre e esclarecido

(Para maiores de 18 anos Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr.(a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **“Treinamento Muscular Respiratório e Capacidade Funcional na apneia obstrutiva do sono”** que está sob a responsabilidade da pesquisadora Adília Karoline Ferreira Souza (residente no endereço: Av. Múcio Uchôa Cavalcanti, 470, CEP 50730-670, Engenho do Meio, Recife- PE e disponível, inclusive para ligações a cobrar, nos telefone (83) 99671 8345 e (81) 98721-0668 ou pelo email: adiliakaroline@hotmail.com) e está sob orientação de Anna Myrna Jaguaribe de Lima (telefone para contato: (81) 9987- 8744, email: annamyrna@uol.com.br).

Esse termo de consentimento pode conter informações que o senhor (a) não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O motivo que nos leva a estudar a temática é a possibilidade de saber se o treinamento muscular respiratório provoca influências positivas na capacidade funcional de pacientes portadores de apneia obstrutiva do sono.

Para isso, nós estamos recrutando pacientes com apneia obstrutiva do sono de grau moderado ou grave e separando em dois grupos. Em um desses grupos será aplicada uma intervenção de treinamento muscular, com um aparelho no qual os indivíduos vão, por duas vezes ao dia, fazer uma série de inspirações (puxando o ar) com ele acoplado na boca, porém com uma carga adicional. O outro grupo também receberá o aparelho, mas não será colocada nenhuma carga, dessa forma, teremos um grupo realizando o treinamento e outro não. A decisão do grupo que o senhor vai fazer parte é um sorteio aleatório.

Realizaremos testes respiratórios, nos quais o (a) senhor (a) irá respirar o mais forte possível. Para avaliar a capacidade funcional (tolerância ao exercício), será realizado o exame de Ergoespirometria e o teste de AVD-Glittre. Na ergoespirometria, vai ser mensurada a quantidade que entra e sai dos pulmões durante um exercício de esteira, que será inclinada durante o tempo e o paciente usará uma máscara ao realizar o exercício, respondendo sobre a

dificuldade de realizar o exame a cada minuto, podendo parar o exercício a qualquer instante. Já o teste AVD-Glittre, será realizado em um corredor onde o indivíduo possa realizar um percurso com alguns obstáculos (escada) e transição de pesos (estante), também informando sobre a dificuldade e esforço ao realizar os exercícios podendo parar a qualquer momento a atividade.

O (a) senhor (a) receberá o dispositivo para realizar os treinos em seu domicílio, diariamente, duas vezes ao dia, realizando e sessões de 30 incursões (puxadas) com o aparelho acoplado na boca. Esse treinamento será repetido todos os dias durante doze semanas. Teremos encontros semanais para um possível ajuste de carga e faremos ligações diárias para acompanhar o treino e dar assistência necessária.

RISCOS PARA O VOLUNTÁRIO: Durante a realização dos testes os sujeitos podem referir desconforto devido ao acoplamento da máscara para analisar os gases, sensação de cansaço e fadiga de membros inferiores durante a caminhada na esteira, dor torácica e isquemia miocárdica. No entanto, o voluntário será observado por um profissional de saúde devidamente preparado e o local de estudo está situado dentro do campus universitário, onde no mesmo está localizado o Hospital das Clínicas de Pernambuco, caso o mesmo sinta algum desconforto durante a avaliação.

BENEFÍCIOS PARA O VOLUNTÁRIO: O voluntário fará uma avaliação completa da sua capacidade funcional e os resultados obtidos nessa avaliação serão apresentados aos pacientes, como forma de incentivo à manutenção e/ou promoção de saúde e qualidade de vida.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (Informações pessoais e clínicas), ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (situado na Avenida Professor Moraes Rego n.1235, Cidade Universitária, Recife- PE, CEP: 50760-600) sob a responsabilidade da pesquisadora principal (Adília Karoline Ferreira Souza) pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

(assinatura do pesquisador)

Pesquisadora Responsável

Adília Karoline Ferreira Souza

E-mail: adiliakfsfisio@gmail.com

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO
(A)**

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “O treinamento da musculatura inspiratória melhora a capacidade funcional em indivíduos com apneia obstrutiva do sono?” como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Impressão digital

(opcional)

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa
e o aceite do voluntário em participar**

(02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Nome: _____

Assinatura:

Assinatura:

APÊNDICE B. Ficha de Avaliação

Ficha de Avaliação**Nº de Identificação:** _____

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ Estado Civil: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Escolaridade: _____

Profissão: _____ Ocupação: _____

Data da Avaliação: _____

Tagagista:**Etilista:**☐ Sim ☐ Não☐ Sim ☐ Não**Medicações em uso:**

Patologias Associadas:☐ Diabetes ☐ HAS ☐ Doenças Musculo-Esqueléticas

Outras:

Antecedentes Cirúrgicos: _____

Avaliação Física

Pressão Arterial: _____ FC: _____ FR: _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Circunferências: Abdominal: _____ Externa do pescoço: _____

Gravidade da AOS: _____ IAH: _____

Decúbito de preferência na hora do sono: _____

Avaliação Funcional**Força Muscular:**

Pressão Inspiratória:

Pressão Média: _____

Pressão Máxima: _____

Pressão Platô: _____

Pressão Expiratória:

Pressão Média: _____

Pressão Máxima: _____

Pressão Platô: _____

Função Pulmonar:**Espirometria:**VEF₁: _____

VEF1 Predito: _____

CVF: _____

CVF Predito: _____

PFE: _____

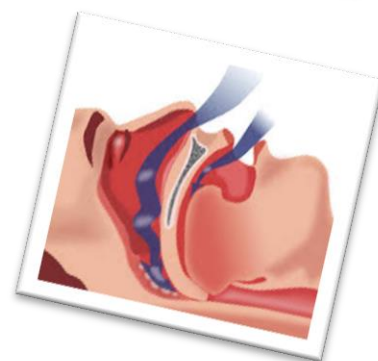
PFE Predito: _____

VEF1/CVF: _____

VEF1/CVFPredito: _____

APÊNDICE C. DIÁRIO DE TMI

Diário de TMI



Nome: _____

Diário de Treino

Pesquisa: "O treinamento muscular inspiratório melhora a capacidade funcional em indivíduos com apneia obstrutiva do sono? – Ensaio Clínico Randomizado."

Responsável: Ft. Adília Karoline Ferreira Souza – LACAP - UFPE

Contato _____

Dados do Paciente

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ IAH: _____ Estado Civil: _____

Ocupação: _____

Peso: _____ Altura: _____ Circ. Abdominal: _____ IMC: _____

Informações ao paciente:

Estimado paciente,

O seu treinamento deverá ser realizado duas vezes ao dia, no momento que lhe for mais conveniente.

Para iniciar o treino, você deverá estar sentado, com os dois pés apoiados no chão e com as costas apoiadas na cadeira mantendo uma boa postura. Depois deverá acoplar o dispositivo (*powerbrethe*) em sua boca, não permitindo vazamentos e utilizando o clipe nasal. A partir daí, deverá proceder 30 incursões ("puxadas"). Faça isso três vezes com intervalo de um minuto entre cada ciclo.

Este "Diário de Treino" é composto por noventa páginas, as quais deverão ser preenchidas diariamente, DUAS vezes ao dia, com informações sobre cada treinamento.

Caso haja alguma dúvida ou dificuldade na realização dos treinos, você deverá informar a fisioterapeuta responsável pela pesquisa através de ligações (que podem ser a cobrar) ou consulta no laboratório LACAP, localizado na UFPE.

Lembre-se que sua participação está sendo responsável pela construção e solidificação de conhecimentos científicos, por isso, agradecemos sua disponibilidade e compreensão!

TREINO 1

Dia ____ Data: _____

Dificuldade: _____

Intercorrência: [] sim [] não

Observações do treino:

TREINO 2

Dificuldade: _____

Intercorrência: [] sim [] não

Observações do treino:

ESCALA DE BORG ADAPTADA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

0	REPOUSO	
1	DEMASIADO LEVE	
2	MUITO LEVE	
3	MUITO LEVE-LEVE	
4	LEVE	
5	LEVE-MODERADO	
6	MODERADO	
7	MODERADO-INTENSO	
8	INTENSO	
9	MUITO INTENSO	
10	EXAUSTIVO	

APÊNDICE D:

Artigo: Eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a capacidade funcional, sonolência excessiva, mobilidade e espessura diafragmática e força muscular inspiratória na apneia obstrutiva do sono: um estudo piloto randomizado e controlado.

Eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre o sono, a capacidade funcional, a mobilidade e a espessura diafragmática na apneia obstrutiva do sono: um estudo piloto randomizado e controlado.

Adília Karoline Ferreira Souza¹, Armêle de Fátima Dornelas de Andrade¹, Ana Irene Carlos de Medeiros¹, Maria Inês Remígio¹, Taciano Rocha¹, Rodrigo Pinto Pedrosa², Anna Myrna Jaguaribe de Lima³.

¹ Departamento de Fisioterapia – Universidade Federal de Pernambuco

² Laboratório do Sono e Coração do Pronto Socorro Cardiológico de Pernambuco – PROCAPE

³ Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Resumo

Introdução: A apneia obstrutiva do sono (AOS) é uma doença crônica, progressiva e incapacitante que pode comprometer a capacidade funcional do indivíduo devido a uma fraqueza da musculatura inspiratória. O treinamento físico global é considerado eficaz na melhora da capacidade funcional e na gravidade da apneia. Sobre o treinamento específico da musculatura inspiratória (TMI), sua realização tem sido associada à melhora a tolerância ao exercício em outras doenças cardiopulmonares como DPOC e insuficiência cardíaca, mas ainda não há relatos de sua eficácia na AOS. **Objetivos:** Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do treinamento da musculatura inspiratória sobre o sono, a capacidade funcional, a mobilidade e espessura diafragmática em indivíduos com AOS. **Métodos:** Foi realizado um estudo piloto, controlado, randomizado e duplo-cego, composto por 16 pacientes com AOS moderada ou grave, divididos em dois grupos: Intervenção (TMI: n=8) e Controle (Controle: n=8). Durante doze semanas, o grupo TMI realizou treino com carga moderada (>50% da Pimáx), enquanto controle utilizou carga entre 10-20% da pressão inspiratória máxima, considerada uma carga insuficiente para treino. Foram avaliados: qualidade de sono, sonolência diurna excessiva, índice apneia-hipopneia, capacidade funcional, mobilidade e espessura diafragmática, força da musculatura inspiratória e função pulmonar. **Resultados:** Os resultados mostraram que não houve ganhos significativos sobre a capacidade funcional, função pulmonar, força muscular respiratória, sonolência diurna excessiva e mobilidade e espessura diafragmática. No entanto, o grupo TMI mostrou melhora da qualidade do sono (PSQI 3.7; IC 95% 0.6 a 6.9; p=0.02) e do IAH (22.2, IC 95%: 6.2 a 38.3; p=0.01) quando comparado ao grupo controle. **Conclusão:** De acordo com os resultados do presente trabalho, o treinamento muscular inspiratório, quando realizado com carga moderada, no período de doze semanas, parece não causar repercussões significativas sobre a capacidade funcional, função pulmonar e mobilidade e espessura diafragmática. Apesar disso, mostrou-se eficaz na melhora da qualidade do sono e da gravidade da AOS.

Palavras-chave: Apneia Obstrutiva do Sono, Capacidade Funcional, Sono e Treinamento Muscular Inspiratório.

Abstract

Introduction: Obstructive sleep apnea (OSA) is a chronic, progressive and disabling disease that may affect the individual's functional capacity due to a weakness of the respiratory muscles. The overall physical training is seen as effective on increasing the functional capacity in different populations, but specific inspiratory muscle training has improved the exercise tolerance in other cardiopulmonary diseases like COPD and heart failure. **Objectives:** In this way, the objective of this study was to evaluate the effect of inspiratory muscle training on functional capacity in patients with OSA. **Methods:** A pilot study was conducted, controlled, randomized, double-blind, consisting of 16 patients with moderate or severe OSA, divided into two groups: training (G1: n = 8) and control (G2: n = 8). During twelve weeks, G1 conducted training with a moderate load (> 50% of MIP), while G2 used a <30% of MIP load, which is considered insufficient for training. Were evaluated: functional capacity, quality of sleep, respiratory muscle strength and pulmonary function before and after the training period. **Results:** The results showed that there were no significant gains on the functional capacity, pulmonary function nor on diaphragmatic mobility and thickness, but it was effective on improving inspiratory muscle strength (MIPmáx: $-85,0 \pm 23,5$ mmHg vs $-117 \pm 5,8$; $p=0,029$), excessive daytime sleepiness (EPWORTH: $11,1 \pm 4,5$ vs $6,4 \pm 3,7$; $p= 0,005$) and tendency to improvement in sleep quality (PSQI: $7,0 \pm 4,7$ vs $4,1 \pm 3,0$; $p=0,057$). **Conclusion:** We conclude that the protocol of TMI used in this population was not enough to improve the functional capacity of these individuals, but studies with larger samples can elucidate these results with more reliability.

Keywords: Obstructive sleep apnea, Functional Capacity, Inspiratory Muscle Training.

Introdução

A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio respiratório do sono, caracterizado pela oclusão parcial (hipopneia) ou total (apneia) das vias aéreas superiores (VAS). Os quadros de hipóxia/reoxigenação que ocorrem durante o sono, causam mudanças bioenergéticas que desencadeiam uma cascata de efeitos hemodinâmicos, químicos, inflamatórios e metabólicos. Estes efeitos são capazes de promover ou acentuar doenças cardiovasculares, além de produzirem efeitos sistêmicos, como fadiga crônica, sonolência diurna excessiva, fragmentação do sono, lesões musculares e comprometimento da capacidade funcional^{1, 2, 3}.

Sobre as alternativas de tratamento, são utilizadas intervenções cirúrgicas, uso contínuo da ventilação não-invasiva e o uso de dispositivos orais⁴. Neste contexto, o treinamento físico global se apresenta como uma estratégia bem tolerada pelos pacientes. Seus benefícios incluem redução na prevalência da AOS e das comorbidades associadas à doença, assim como diminuição do índice apneia-hipopneia (IAH), mesmo sem alterações do peso

corporal^{5,6}. Uma meta-análise realizada em 2014, demonstrou que a adoção do treinamento físico pelos indivíduos com AOS, melhora não apenas a gravidade da apneia, como também a qualidade do sono e a sonolência diurna desses pacientes⁽⁷⁾.

Especificamente sobre treinamento muscular inspiratório (TMI), já são relatados seus efeitos sobre a força e a resistência da musculatura respiratória em diversas populações^(8,9,10). ENRIGHT *et al.* (2006)¹¹ utilizaram TMI em indivíduos saudáveis e verificaram aumento na espessura diafragmática, melhora na função pulmonar e na capacidade ao exercício. Em indivíduos com AOS, existe apenas um estudo com o uso do TMI. Eles relatam que após 6 semanas de treinamento, os pacientes apresentaram melhora na qualidade do sono e redução dos níveis pressóricos⁽¹²⁾.

No entanto, ainda há poucos estudos sobre a repercussão do TMI na capacidade funcional e os resultados são controversos. Em 2011, TURNER, *et al.*⁽¹³⁾ utilizando o TMI em indivíduos asmáticos, observaram redução da percepção à dispneia, melhora na fadiga muscular inspiratória e da tolerância ao exercício. Já CORRÊA *et al.*, 2011⁽¹⁴⁾, ao avaliarem indivíduos com diabetes tipo 2 após 6 semanas da realização do TMI, não verificaram alterações na função pulmonar, na modulação autonômica ou na capacidade funcional.

Em nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que avalia o uso do TMI sobre a capacidade funcional, mobilidade e espessura diafragmática em pacientes com AOS. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do TMI sobre a capacidade funcional, função pulmonar, força muscular inspiratória, mobilidade e espessura diafragmática, qualidade do sono e sonolência diurna na AOS.

Metodologia

Amostra

Trata-se de um estudo piloto de um ensaio clínico, duplo-cego e randomizado, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa para seres humano da Universidade Federal de Pernambuco. Composta por 16 pacientes do Pronto-Socorro Cardiológico de Pernambuco (PROCAPE). A pesquisa foi realizada entre o período de março de 2015 a maio de 2016, no laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP), na Universidade Federal de Pernambuco, regularmente cadastrada no Clinical trials podendo ser acessada pelo código identificador NCT02584205.

Os participantes foram recrutados através de ligações telefônicas e convidados a comparecer ao laboratório para esclarecimentos a respeito da pesquisa, confirmação da participação através de um termo de consentimento

livre e esclarecido que foi assinado pelo paciente e testemunhas, obedecendo aos aspectos éticos da resolução 466/12.

Randomização e Cegamento

Os pacientes selecionados foram randomizados através do site *randomization.com* por uma terceira pessoa não envolvida na pesquisa e alocadas em envelopes pretos e opacos, de modo que tanto o paciente quanto o primeiro avaliador fossem cegos. O processo de captação, filtragem, randomização e alocação dos pacientes está descrito na figura 1.

Crítérios de Elegibilidade

Crítérios Inclusão: Foram incluídos pacientes entre 30 e 65 anos, com índice de massa corpórea (IMC) $\leq 39,9$, diagnosticados pela poligrafia com apneia moderada ou grave ($IAH \geq 15$) e que estivessem aptos a realizar os testes de avaliação da capacidade funcional.

Crítérios de Exclusão: Foram excluídos os pacientes que estavam fazendo uso do CPAP, que tivessem na sua história clínica doenças pulmonares, cardíacas ou neuromusculares que pudessem comprometer a sua capacidade funcional.

Escala de Sonolência de Epworth:

Trata-se de uma escala subjetiva, que apresenta oito situações cotidianas e solicita uma auto-avaliação do paciente sobre a possibilidade desse cochilar na realização dessas atividades, pontuando de 0 a 3, sendo 0: nenhuma chance de cochilar, 1: pequena chance, 2: moderada chance, 3: alta

chance. A pontuação vai de 0 a 24 sendo caracterizada a sonolência excessiva para valores acima de 10 pontos ⁽¹⁵⁾.

Inserir Figura1. Fluxograma de Pesquisa

Índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh:

Trata-se de um questionário auto avaliativo, que avalia a qualidade do sono e distúrbios durante um intervalo de tempo de 1 mês. Dezenove itens individuais geram sete "componentes" de pontuação: qualidade subjetiva do sono, latência do sono, duração do sono, eficiência habitual do sono, distúrbios do sono, uso de medicação para dormir, e disfunção diurna. A soma das pontuações para estes sete componentes produz uma pontuação global. Pontuações de 0-4 indicam boa qualidade do sono, de 5-10 indicam qualidade ruim e acima de 10 indicam distúrbio do sono ⁽¹⁶⁾.

Bioimpedância

A balança de bioimpedância do modelo InBody R20 (Biospace Co., Ltd – Korea) foi utilizada para a coleta de índice de massa corpórea, percentual de

massa gorda e percentual de massa magra. O paciente foi orientado a retirar todos os objetos metálicos, sapatos e meias, ficar em pé na balança sem se mover ou falar e posicionado em toda região metálica. Em seguida foi solicitado que o paciente segurasse um suporte com as duas mãos, posicionando os polegares na região metálica da região interna do suporte com uma semi-flexão de ombros.

Manovacuometria

Para obtenção dos valores de pressões respiratórias máximas, foi utilizado um manovacuometro digital (NEPEB-LabCare/UFGM) acoplado a um bocal tipo mergulhador e um clipe nasal. Esse aparelho contém um orifício de fuga de 2mm de diâmetro. Para a realização da manobra, o paciente era orientado a permanecer sentado com joelhos fletidos à 90°, realizar duas respirações tranquilas e depois um “esvaziamento completo do ar dos pulmões”, dessa forma, a partir do volume residual (VR) realizar uma inspiração forçada. A manobra foi repetida no mínimo três vezes, com um intervalo de pelo menos um minuto entre elas, até que o sistema considerasse três manobras válidas (valores que não diferem mais do que 10% uma da outra) e o valor da mais alta pressão inspiratória platô foi a medida considerada válida ^(17,18).

Espirometria

Para mensurar a função pulmonar utilizou-se o espirômetro Minispir®light acompanhado do software Winspiro®light. O paciente estava sentado, com joelhos fletidos à 90° e realizou três respirações profundas, inspirou até a sua capacidade pulmonar total (CPT) e depois exalou todo o ar até o seu volume residual (VR) para obtenção das variáveis VEF₁ (Volume expiratório forçado no primeiro segundo), CVF (Capacidade vital forçada), PFE (Pico de fluxo expiratório) e relação VEF₁/CVF. O teste foi reproduzido no mínimo três vezes, com o intervalo de pelo menos um minuto entre as manobras, até que o sistema considerasse a melhor manobra como mais reprodutível e aceitável ⁽¹⁹⁾, sendo considerados os valores de referência para população brasileira adulta ⁽²⁰⁾.

Teste de Esforço Cardiopulmonar

Para a realização o teste de esforço cardiopulmonar (TEC), utilizou-se o protocolo de rampa em esteira ergométrica (Centurium 300, Micromed, Brasil), através do software ErgoPCElite®, associado ao eletrocardiograma (Micromed Brasil) com doze canais. Nesse protocolo, o sistema sugere a velocidade e inclinação que serão incrementadas de forma que o paciente deva atingir seu consumo máximo de oxigênio previsto em 10 minutos. As variáveis respiratórias foram obtidas em condições padrão de temperatura (18-22°C), pressão e umidade (50-70%), coletadas através de uma máscara facial (sem

vazamentos) acopladas a um analisador de gases (Cortex – Metalyzer II – Alemanha) durante o exercício. O paciente foi orientado a não se comunicar verbalmente durante o exame, informando através de gestos manuais seus níveis de cansaço e solicitando o término do exame apenas no momento de exaustão. O exame foi considerado máximo quando os pacientes obtiveram uma razão de troca respiratória (R) $\geq 1,1$ ⁽²¹⁾.

Ultrassom

Foi utilizado o aparelho Sonoace R3, Samsung, Medison, Coréia do Sul no modo B (para avaliação da espessura diafragmática) e no modo M (para avaliação de mobilidade diafragmática).

Espessura Diafragmática: Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral esquerdo e um transdutor linear com alta resolução e baixa penetração (7,5 MHz) foi posicionado perpendicularmente à caixa torácica entre o oitavo e nono espaço intercostal direito entre as linhas axilar, anterior e média. As medidas da espessura foram calculadas a partir do meio da linha pleural até o meio da linha peritoneal. Foram feitas cinco captações e calculadas a média das três maiores medidas que não apresentavam diferença maior que 10% entre elas. As medidas foram coletadas durante respiração tranquila (volume corrente: VC), respiração forçada (CRF) e durante uma manobra de inspiração máxima (pressão inspiratória) para o cálculo da taxa de espessamento segundo a fórmula ⁽²²⁾:

$$TE = \frac{\text{Espessura do diafragma durante a manobra de PImax}}{\text{Espessura do diafragma durante a manobra CRF}}$$

Mobilidade Diafragmática: Os pacientes foram orientados a deitar em decúbito dorsal, inclinados à 45°. Um transdutor convexo (3,5MHz) foi posicionado na linha axilar média do paciente e direcionado cranialmente ⁽²³⁾. Foram captadas cinco manobras, durante a respiração tranquila (VC), forçada (CRF) e a média das três medidas de maior valor foi calculada, desde que não houvesse diferença maior que 10% entre elas.

Protocolo de Treinamento

O treinamento da musculatura inspiratória foi realizado com o aparelho *powerbreath®classiclight*. O protocolo estabelecido para o grupo TMI consistiu em 12 semanas de treino com carga moderada (50-60% da PImáx), sete dias por semana. Esse protocolo determinava que os pacientes fizessem 90 incursões, em três ciclos (30 incursões cada ciclo) com o intervalo de 1 minuto entre elas, dessa forma, cada treino durava aproximadamente 15 minutos e deveria ser realizado duas vezes por dia. Os ajustes de carga aconteceram durante todo o segmento, quinzenalmente. Em relação ao grupo controle, a carga estipulada entre 10 e 20% da PImáx, sendo considerada insuficiente

para promover treino dessa musculatura ⁽²⁴⁾. Os pacientes desse grupo também compareceram quinzenalmente para reavaliação da força da musculatura e manipulação do aparelho sem que houvesse ajuste.

Análise Estatística

Os dados foram tabulados pelo *software* Microsoft Office Excel, versão 2013 (Microsoft, Redmond, USA). Em seguida, as análises descritivas e inferenciais foram realizadas com auxílio do *software* Statistical Package for the Social Sciences, versão 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Para comparação das características da amostra entre os grupos TMI e controle e para verificar o efeito do tratamento, comparando as variáveis relacionadas à força muscular respiratória, função muscular capacidade funcional, mobilidade e espessura diafragmática, qualidade do sono, sonolência diurna excessiva e índice apneia-hipopneia foi utilizado o teste t Student para amostras independentes. Para as variáveis categóricas referentes às características da amostra foi utilizado o teste qui-quadrado corrigido pelo exato de Fisher. Os resultados estão mostrados como média $\pm$ desvio padrão e em diferenças de médias e intervalo de confiança (95%). Como nível de significância estatística foi considerado um $p < 0,05$.

Resultados

Na tabela 1, são mostradas as características demográficas, antropométricas e clínicas da amostra. Os grupos foram pareados com relação a todas as variáveis, mostrando não haver diferença entre os grupos controle e TMI.

Inserir Tabela 1

Os dados sobre a função pulmonar e força muscular inspiratória são mostrados na tabela 2. Pode ser verificado que a amostra estudada não apresentava comprometimento pulmonar, já que os valores de VEF₁ e CVF foram maiores que 80% do predito e os valores de P_I_{Máx} maiores do que 60mmHg. Não houve diferença entre os grupos ao serem avaliadas as variáveis da função pulmonar e de força muscular respiratória.

Inserir Tabela 2

Na tabela 3, podemos observar avaliação da mobilidade e espessura diafragmática através do ultrassom. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) na mobilidade e espessura do músculo diafragma quando comparamos os grupos TMI e controle.

Inserir Tabela 3

Os dados do teste de esforço cardiopulmonar (TECP) estão descritos na tabela 4. Não foram observadas diferenças entre os grupos TMI e controle quando comparadas as variáveis ventilatórias e metabólicas ($p>0,05$).

Inserir Tabela 4

Na avaliação da qualidade do sono, quando comparados os momentos pré e pós treinamento no grupo TMI, houve redução de 4.7 (IC 95%: 1.4 a 8.1; $p=0.01$) no escore da ESE e de 2.9 (IC 95%: 0.7 a 5.0; $p=0.02$) no escore do PSQI. Já no grupo controle, houve elevação do IAH 10.5 eventos/hora (IC 95%: -19.5 a 38.3). Quanto à comparação intergrupo, grupo TMI mostrou valores menores de PSQI (3.7 IC 95% 0.6 a 6.9; $p=0.02$) e de IAH (22.2, IC 95%: 6.2 a 38.3; $p=0.01$) quando comparado ao grupo controle. Esses valores podem ser observados na tabela 5.

Inserir Tabela 5

Discussão

Este é um estudo piloto, duplo-cego, controlado e, ao nosso conhecimento, é o primeiro a investigar a eficácia do treinamento muscular inspiratório sobre a capacidade funcional em indivíduos com AOS. Os resultados do presente estudo mostraram que o TMI não melhorou a capacidade funcional, a função pulmonar, sonolência diurna excessiva e a mobilidade e a espessura diafragmática desses pacientes. No entanto, houve diminuição do IAH e do escore do PSQI no grupo TMI quando comparado ao grupo controle.

No nosso estudo, não ocorreram alterações na função pulmonar, força muscular inspiratória apesar da amostra não apresentar fraqueza muscular ou limitações na função pulmonar. O comprometimento da musculatura respiratória na AOS já vem sendo relatado em alguns estudos e parece estar relacionado com a gravidade da doença e ao aumento do drive respiratório pela oclusão das VAS que acontece nesses pacientes durante o sono. O aumento do drive respiratório é responsável pela hiperatividade simpática que leva às co-morbidades associadas à AOS ^(25,26). CHIEN *et al.*, 2010⁽²⁷⁾, observaram redução de performance dos músculos respiratórios na AOS, no entanto, a maior fadigabilidade só foi encontrada em pacientes com AOS grave. É possível que o quadro crônico de hipóxia/reoxigenação aumente o drive respiratório, provendo um desequilíbrio na interação eferências/aferências do controle da ventilação pulmonar. Nossa amostra era composta tanto por sujeitos com AOS moderada ($15 > \text{IAH} < 30$ eventos/h) e grave ($\text{IAH} > 15$ eventos/h), o que pode justificar a ausência de fraqueza na musculatura respiratória nos valores basais.

No presente estudo, que é o primeiro a estudar o comportamento da mobilidade e espessura diafragmática após TMI de 12 semanas, não foram encontradas diferenças nestas variáveis nas comparações intergrupos. A eficácia do TMI sobre a mobilidade e espessura diafragmática já foi documentada em outras populações. Corroborando com os nossos achados, em 2013, TENÓRIO, *et al.*,⁽²⁸⁾ submeteram obesos mórbidos a 12 semanas de TMI, com 30% da PiMáx e não observaram relações entre os ganhos de função pulmonar e força muscular inspiratória com a mobilidade diafragmática. No entanto, em 2014, SOUZA, *et al.*,⁽²⁹⁾ utilizando o TMI em idosos, com 40% da PiMáx., relataram maiores espessura e mobilidade diafragmáticas nessas voluntárias, após 8 semanas de treinamento.

Já ENRIGHT, *et al.*, (2006)⁽¹¹⁾, analisando indivíduos saudáveis submetido ao TMI de alta intensidade, por 8 semanas, verificaram melhora da função pulmonar, da espessura diafragmática e da tolerância ao esforço. Desta maneira, acreditamos que as relações entre duração e intensidade do TMI precisam ser melhor definidas e direcionadas para os resultados que se desejam alcançar. Vale ressaltar que em todos esses estudos, apesar do resultado controverso quanto à mobilidade e espessura diafragmáticas, se conseguiu melhorar a força muscular inspiratória com o TMI.

Sobre a capacidade funcional, na amostra estudada, de acordo com a classificação da American Heart Association (AHA)⁽³⁰⁾, que leva em consideração a idade e o sexo, observamos que os voluntários apresentaram nível de aptidão física entre regular e fraca, com exceção de um paciente que mostrou uma boa aptidão física. Já foi relatado na literatura que a hipóxia, seja ela aguda ou crônica, causa redução no $VO_{2máx}$. Esta diminuição é diretamente proporcional à queda da saturação da hemoglobina⁽³¹⁾.

Ainda não existe consenso sobre a influência da AOS na tolerância ao esforço e alguns estudos relatam uma redução da capacidade funcional em indivíduos com AOS com sobrepeso e obesos^(32,33). Apenas um estudo comparou os níveis de $VO_{2máx}$ em pacientes com e sem AOS, obesos e eutróficos e não houve diferenças quando esta variável foi comparada entre indivíduos eutróficos com e sem AOS⁽³⁴⁾. O nosso estudo também continha voluntários com sobrepeso e obesos, o que pode ter contribuído para os achados de aptidão cardiorrespiratória reduzida, já que a obesidade também interfere de forma negativa sobre a capacidade funcional.

Apesar dos baixos níveis de aptidão física encontrados no presente estudo, não se observou nenhuma melhora nos parâmetros relacionados à tolerância ao exercício, fornecidos pelo teste de esforço cardiopulmonar. Nem mesmo variáveis como o $VO_{2Máx}$ e o VO_2 no primeiro limiar foram afetadas pelo TMI. O aumento do VO_{2max} com o treinamento é proporcional à massa muscular utilizada⁽³¹⁾. O fato do TMI se restringir à musculatura respiratória, pode não

gerar sobrecarga fisiológica suficiente sobre sistema cardiovascular a fim de proporcionar ganhos significativos no consumo máximo de oxigênio ⁽³⁵⁾.

Em concordância com os nossos achados, EDWARDS (2013)⁽³⁶⁾ também não encontrou alterações nas variáveis ventilatórias do teste de esforço cardiopulmonar, avaliando indivíduos saudáveis submetidos ao TMI durante 4 semanas. No entanto, ele encontrou um aumento no tempo para exaustão volicional e na velocidade na qual o indivíduo atingiu o $VO_{2Máx}$. É possível que as alterações relacionadas à capacidade funcional decorrentes do TMI estejam inicialmente relacionadas à percepção atenuada à fadiga, por redução do input aferente sobre o centro respiratório, melhorando a tolerância ao esforço. O grupo de aferentes neuronais III e IV está diretamente envolvido com o controle cardiovascular e respiratório durante o exercício ⁽³⁷⁾. Esses grupos de neurônios, ao sofrerem plasticidade, inibem o feedback aferente para o centro respiratório, retardam a instalação da fadiga tanto na musculatura periférica quanto respiratória ⁽³⁸⁾.

No nosso estudo também foi avaliada a sonolência diurna, um dos principais sintomas da AOS e não encontramos diferenças quando comparamos os grupos TMI e controle. A sonolência diurna está mais relacionada com os despertares e microdespertares que acontecem durante a noite do que aos índices de hipóxia ⁽³⁹⁾. LOMBARDI, *et al.*, 2008⁽⁴⁰⁾, analisaram pacientes apneicos com presença e ausência de sonolência excessiva. Eles relataram que nos sujeitos com sonolência excessiva, havia uma menor sensibilidade baroreflexa, indicando hiperatividade simpática. Vale ressaltar que o aumento da ativação simpática está envolvido na fisiopatologia tanto da AOS como das comorbidades associadas à doença.

Apesar de não ter sido encontrada redução direta no escore da sonolência diurna, ao compararmos os grupos TMI e controle, foi observada diminuição do IAH, resultado clinicamente importante pois está relacionado à gravidade da AOS. A utilização de outras modalidades de treinamento físico já vêm sendo reportada na literatura e colocam a prática regular da atividade física como um método eficiente para a prevenção e tratamento da AOS ^(41,5). Em 2016, VRANISH e BAILEY ⁽¹²⁾ realizaram um estudo em pacientes com AOS e observaram que o grupo TMI, após 6 semanas de treinamento, apresentou redução dos níveis pressóricos e de catecolaminas séricas e melhora da qualidade subjetiva do sono, mesmo sem haver alteração no IAH da amostra, respaldando a utilização do TMI como estratégia coadjuvante no tratamento da doença.

No nosso estudo, além de ter sido observada melhora no PSQI, também encontramos redução do IAH. Apesar da ausência de diferença na sonolência diurna excessiva após a intervenção, podemos considerar uma melhora significativa dos fatores relacionados ao sono e à gravidade da AOS do ponto

de vista clínico, já que qualidade subjetiva do sono e no IAH apresentaram melhora significativa.

A redução do IAH com a realização do treinamento físico, independente da perda de peso, já foi relatada em outros estudos e acredita-se estar associada à diminuição do deslocamento de fluido rostral e ao aumento da duração do sono de ondas lentas (SOL) e sua influência na estabilidade das vias aéreas ao colapso. Nesse estudo, os pesquisadores submeteram indivíduos com doença arterial coronariana e AOS a 4 semanas de treinamento aeróbio de intensidade moderada. Eles observaram que, comparados ao grupo controle, o grupo treinado reduziu em 34% o IAH devido à diminuição deslocamento noturno de fluido para a cavidade torácica e pescoço, aumentando a área de secção transversa das vias aéreas superiores ⁽⁴²⁾.

McSHARRY *et al.*, 2013⁽⁴³⁾ relataram que, durante o SOL, a atividade motora do músculo genioglosso aumentava, tornando as vias aéreas superiores mais estáveis e resistentes ao colapso. UENO *et al.* (2009)⁽⁴⁴⁾ verificaram que o treinamento físico aeróbio aumentava a duração do SL. Desta forma, sugere-se que o efeito protetor da prática regular de exercício físico sobre o SOL possa estar relacionado com a redução da gravidade da AOS observada em indivíduos treinados ⁽⁷⁾.

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Por se tratar de um estudo piloto, há um número pequeno de sujeitos envolvidos na pesquisa, impossibilitando a estratificação por grupos com base na gravidade da AOS. Além disso, outros fatores mensurados no teste de esforço cardiopulmonar relacionados à tolerância ao exercício como a exaustão volicional não foram mensurados e poderiam também refletir uma melhora no desempenho destes indivíduos.

Nessa perspectiva, o TMI surge como mais uma modalidade de treinamento. Apesar dos indivíduos não terem apresentado melhora na capacidade funcional, a prática regular de exercício físico, incluindo o TMI, tem se mostrado uma alternativa como coadjuvante no tratamento da AOS. Podemos considerar não apenas a prática isolada do TMI, mas também sua associação a outros tipos de treinamento, otimizando os ganhos e intensificando os resultados.

Conclusão

De acordo com os resultados do presente trabalho, o treinamento muscular inspiratório, quando realizado com carga moderada, no período de doze semanas, parece não causar repercussões significativas sobre a capacidade funcional, função pulmonar e mobilidade e espessura diafragmática. Apesar disso, mostrou-se eficaz na melhora tanto da qualidade do sono como da gravidade da AOS.

Considerando a utilização do TMI em outras doenças e com base nos resultados obtidos neste estudo piloto, sugerimos que o TMI possa ser usado como estratégia coadjuvante no tratamento da AOS. Além disso, recomendamos a realização de novos estudos em uma amostra maior, seguindo o mesmo rigor metodológico, comparando diferentes intensidades de treino e estabelecendo os mecanismos fisiológicos através dos quais o TMI traria maiores benefícios aos indivíduos com AOS.

Financiamento: Esse estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Declaração de conflito de interesse:

Os autores não declararam nenhum conflito de interesse.

Referências

1. JACKSON MJ, O'FARRELL S. **Free radicals and muscle damage**. Br Med Bull. V. 69:630–661, 1993.
2. BRADLEY, T. D., FLORAS, J. **Obstructive sleep apnea and it's cardiovascular consequences**. Lancet, vol. 373: 82-93, 2009.
3. MANCINI, M. C., ALOE, F., TAVARES, S. **Apneia do Sono em Obesos**. Arq. Bras. Endocrinol. Metabol. Vol. 66, nº1, fev. 2000.
4. DEACON, N.L.; JEN, R.; LI, Y.; MALHOTRA, A. **Treatment of Obstructive Sleep Apnea. Prospects for Personalized Combined Modality Therapy**. Ann Am Thorac Soc. Jan;13(1):101-8, 2016.
5. QUAN SF, O'CONNOR GT, QUAN JS, REDLINE S, RESNICK HE, SHAHAR E., SISCOVICK, D., SHERRILL, D.L. **Association of physical activity with sleep-disordered breathing**. Sleep Breath 11(3):149–157, 2007.
6. KLINE CE, CROWLEY EP, EWING GB, BURCH JB, BLAIR SN, DURSTINE JL. DAVIS, JM, YOUNGSTEDT, SD. **The effect of exercise training on obstructive sleep apnea and sleep quality: a randomized controlled trial**. Sleep. 34(12):1631–1640, 2011.
7. IFTIKHAR IH, KLINE CE, YOUNGSTEDT SD. **Effects of exercise training on sleep apnea: a meta-analysis**. Lung, Feb;192(1):175-84, 2014.
8. DALL'AGO P1, CHIAPPA GR, GUTHS H, STEIN R, RIBEIRO JP. **Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial**. J Am Coll Cardiol., Feb 21;47(4):757-63, 2006.
9. HAJGHANBARI B, YAMABAYASHI C, BUNA TR, COELHO JD, FREEDMAN KD, MORTON TA, PALMER SA, TOY MA, WALSH C, SHEEL AW, REID WD. **Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses**. J Strength Cond Res., Jun;27(6):1643-63. doi: 10.1519/JSC.0b013e318269f73f, 2013.
10. BAVARSAD, SHARIATI, EIDANI, LATIFI. **The effect of home-based inspiratory muscle training on exercise capacity, exertional**

- dyspnea and pulmonary function in COPD patients.** Iran J Nurs Midwifery Res., Sep-Oct;20(5):613-8, 2015.
11. ENRIGHT, S. J., UNNITHAN, V. B., HEWARD, C., WITHNALL, L., DAVIES, D. H. **Effect of High-Intensity Inspiratory Muscle Training on Lung Volumes, Diaphragm Thickness, and Exercise Capacity in Subjects Who Are Healthy.** Physical Therapy, 86:345–354, 2006.
 12. VRANISH JR, BAILEY EF. **Inspiratory Muscle Training Improves Sleep and Mitigates Cardiovascular Dysfunction in Obstructive Sleep Apnea.** Sleep, Jun 1;39(6):1179-85. doi: 10.5665/sleep.5826, 2016.
 13. TURNER LA1, MICKLEBOROUGH TD, MCCONNELL AK, STAGER JM, TECKLENBURG-LUND S, LINDLEY MR. **Med Effect of inspiratory muscle training on exercise tolerance in asthmatic individuals.** Sci Sports Exerc, Nov;43(11):2031-8. doi: 10.1249/MSS.0b013e31821f4090, 2011.
 14. CORRÊA AP1, RIBEIRO JP, BALZAN FM, MUNDSTOCK L, FERLIN EL, MORAES RS. **Inspiratory muscle training in type 2 diabetes with inspiratory muscle weakness.** Med Sci Sports Exerc., Jul;43(7):1135-41, 2011.
 15. BERTOLAZI, A. N., FAGONDES, S. C., HOFF, L. S., PEDRO, V. D., BARRETO, S. S. M., JOHNS, M. W. **Validação da escala de sonolência de Epworth em português para uso no Brasil.** Jornal Brasileiro de pneumologia, v. 35, n. 9, São Paulo, 2009.
 16. BARRETO, M., SALDANHA, S. **Tradução, adaptação cultural e validação de dois instrumentos de avaliação do sono: escala de sonolência de Epworth e Índice de qualidade do sono de Pittsburgh.** Dissertação de Mestrado, Ciências da Saúde, UFRGS, 2008.
 17. PESSOA IMBS, HOURI NETO M, MONTEMEZZO D, SILVA LAM, ANDRADE AD, PARREIRA VF. **Predictive equations for respiratory muscle strenght according to international and Brazilian guidelines.** Brazilian Journal of Physical Therapy, Sep-Oct;18(5):410-8, 2014.
 18. American Thoracic Society/European Respiratory Society. **ATS/ERS statement on respiratory muscle testing.** American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, v. 166, n. 4, p. 518–624, 2002.
 19. MILLER MR, HANKINSON J, BRUSASCO V., CASABURI, R., COATES, A., CRAPO, R., ENRIGHT, P., VAN DER GRINTEN, C.P., GUSTAFSSON, P., JENSEN, R., JOHNSON, D.C., MACINTYRE, N., MCKAY, R., NAVAJAS, D., PEDERSEN, O.F., PELLEGRINO, R., VIEGI, G., WANGER, J. **Standardisation of spirometry.** Eur Respir J, 26: 319-338, 2005.
 20. PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. **New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil.** Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.
 21. SILVA, O. B., FILHO, D. C. **A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia. v. 81, p. 48-53, 2003.
 22. UEKI, J.; BRUIN, P. F. DE; PRIDE, N. B. **In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects.** Thorax, v. 50, n. 11, p. 1157–61, 1995.

23. TESTA, A.; SOLDATI, G.; GIANNUZZI, R., BERARDI, S., PORTALE, G., GENTILONI, S.N. **Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects.** *Ultrasound in Medicine & Biology*, v. 37, n. 1, p. 44–52, 2011.
24. HILL, K., CECINS, N. M., EASTWOOD, P.R., JENKINS, S.C. **Inspiratory muscle training for patients with cronic obstructive pulmonar disease: A pratical guide for clinicians.** *Arch Phys Med Rehabil*, v.91, 1466-1470, 2010.
25. NIETO, F.J., T.B. YOUNG, T.B., LIND, B.K., SHAHAR, E. SAMET, J.M., REDLINE, S., D'AGOSTINO, R.B., NEWMAN, A.B., LEBOWITZ, M.D., PICKERING, T.G. **Association of sleep-disordered breathing, sleep apnea, and hypertension in a large community-based study.** *Sleep Heart Health Study. JAMA*, 283, pp. 1829–1836, 2000.
26. PEPPARD, P.E., YOUNG, T., PALTA, M., SKATRUD, J. **Prospective study of the association between sleep-disordered breathing and hypertension.** *N. Engl. J. Med.*, 342, pp. 1378–1384, 2000.
27. CHIEN, M. Y., WU, Y. T., Lee, P. L., CHANG, Y. J., YANG, P. C. **Inspiratory Muscle Disfunction in pacients with severe obstructive sleep apnoea.** *European Respiratory Journal*, February, v. 35, n° 2, p: 373-380, 2010.
28. TENÓRIO LH1, SANTOS AC, CÂMARA NETO JB, AMARAL FJ, PASSOS VM, LIMA AM, BRASILEIRO-SANTOS MDO S. **The influence of inspiratory muscle training on diaphragmatic mobility, pulmonary function and maximum respiratory pressures in morbidly obese individuals: a pilot study.** *Disabil Rehabil*, 35(22):1915-20, 2013.
29. SOUZA, T.R., PESSOA, M., RATTES, C., BRANDÃO, D., FREGONEZI, G., CAMPOS, S., ALIVERTI, A., DORNELAS, A. **Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility.** *J Gerontol A Biol Sci Med Science*. Dec;69(12):1545-53, 2014.
30. GIBBONS RJ, BALADY GJ, BRICKER JT, CHAITMAN BR, FLETCHER GF, FROELICHER VF, MARK DB, MCCALLISTER BD, MOOSS AN, O'REILLY MG, WINTERS WL, GIBBONS RJ, ANTMAN EM, ALPERT JS, FAXON DP, FUSTER V, GREGORATOS G, HIRATZKA LF, JACOBS AK, RUSSELL RO, SMITH SC. **ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing).** *J Am Coll Cardiol*, 30:260–311, 1997.
31. FERRETTI G. **Maximal oxygen consumption in healthy humans: theories and facts.** *Eur J Appl Physiol*. 2014 Oct;114(10):2007-36. doi: 10.1007/s00421-014-2911-0, 2014.
32. RIZZI CF, CINTRA F, RISSO T, PULZ C, TUFIK S, DE PAOLA A, POYARES D. **Exercise capacity and obstructive sleep apnea in lean subjects.** *Chest*, Jan;137(1):109-14, 2010.
33. CHIEN MY, LEE P, TSAI YF, YANG PC, WU YT. **C-reactive protein and heart rate recovery in middle-aged men with severe obstructive sleep apnea.** *Sleep Breath*, Sep;16(3):629-37, 2012.

34. RIZZI CF, CINTRA F, MELLO-FUJITA L, RIOS LF, MENDONCA ET, FERES MC, TUFIK S, POYARES D. **Does obstructive sleep apnea impair the cardiopulmonary response to exercise?** Sleep, Apr 1;36(4):547-53, 2013.
35. EDWARDS AM, COOKE CB. **Oxygen uptake kinetics and maximal aerobic power are unaffected by inspiratory muscle training in healthy subjects where time to exhaustion is extended.** Eur. J. Appl. Physiol., 93: 139–66, 2004.
36. EDWARDS AM. **Respiratory muscle training extends exercise tolerance without concomitant change to peak oxygen uptake: physiological, performance and perceptual responses derived from the same incremental exercise test.** Respirology., Aug;18(6):1022-7, 2013.
37. AMANN M, BLAIN GM, PROCTOR LT, SEBRANEK JJ, PEGELOW DF, DEMPSEY JA. **Group III and IV muscle afferents contribute to ventilatory and cardiovascular response to rhythmic exercise in humans.** J Appl Physiol, Oct;109(4):966-76, doi: 10.1152/jappphysiol.00462, 2010.
38. GANDEVIA SC. **Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue.** Physiol Rev. 81, 1725–1789, 2001.
39. ROEHRS T, ZORICK F, WITTIG R, CONWAY W, ROTH T. **Predictors of objective level of daytime sleepiness in patients with sleep-related breathing disorders.** Chest, 95:1202–6, 1989.
40. LOMBARDI C, PARATI G, CORTELLI P, PROVINI F, VETRUGNO R, PLAZZI G, VIGNATELLI L, DI RIENZO M, LUGARES E, MANCIA G, MONTAGNA P, CASTIGLIONI P. **Daytime sleepiness and neural cardiac modulation in sleep-related breathing disorders.** Journal Sleep Res., Sep;17(3):263-70. doi: 10.1111/j.1365-2869.2008.00659.x, 2008.
41. GIEBELHAUS V, STROHL KP, LORMES W, LEHMANN M, NETZER N. **Physical exercise as an adjunct therapy in sleep apnea: an open trial.** Sleep Breath 4(4):173–176, 2000.
42. MENDELSON M, LYONS OD, YADOLLAHI A, INAMI T, OH P, BRADLEY TD. **Effects of exercise training on sleep apnoea in patients with coronary artery disease: a randomised trial.** Eur Respir J., Jul;48(1):142-50, 2016.
43. MCSHARRY DG, SABOISKY JP, DEYOUNG P, MATTEIS P, JORDAN AS, TRINDER J, SMALES E, HESS L, GUO M, MALHOTRA A. **A mechanism for upper airway stability during slow wave sleep.** Sleep 36(4):555–563, 2013.
44. UEKI, J.; BRUIN, P. F. DE; PRIDE, N. B. **In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects.** Thorax, v. 50, n. 11, p. 1157–61, 1995.

FIGURA 1

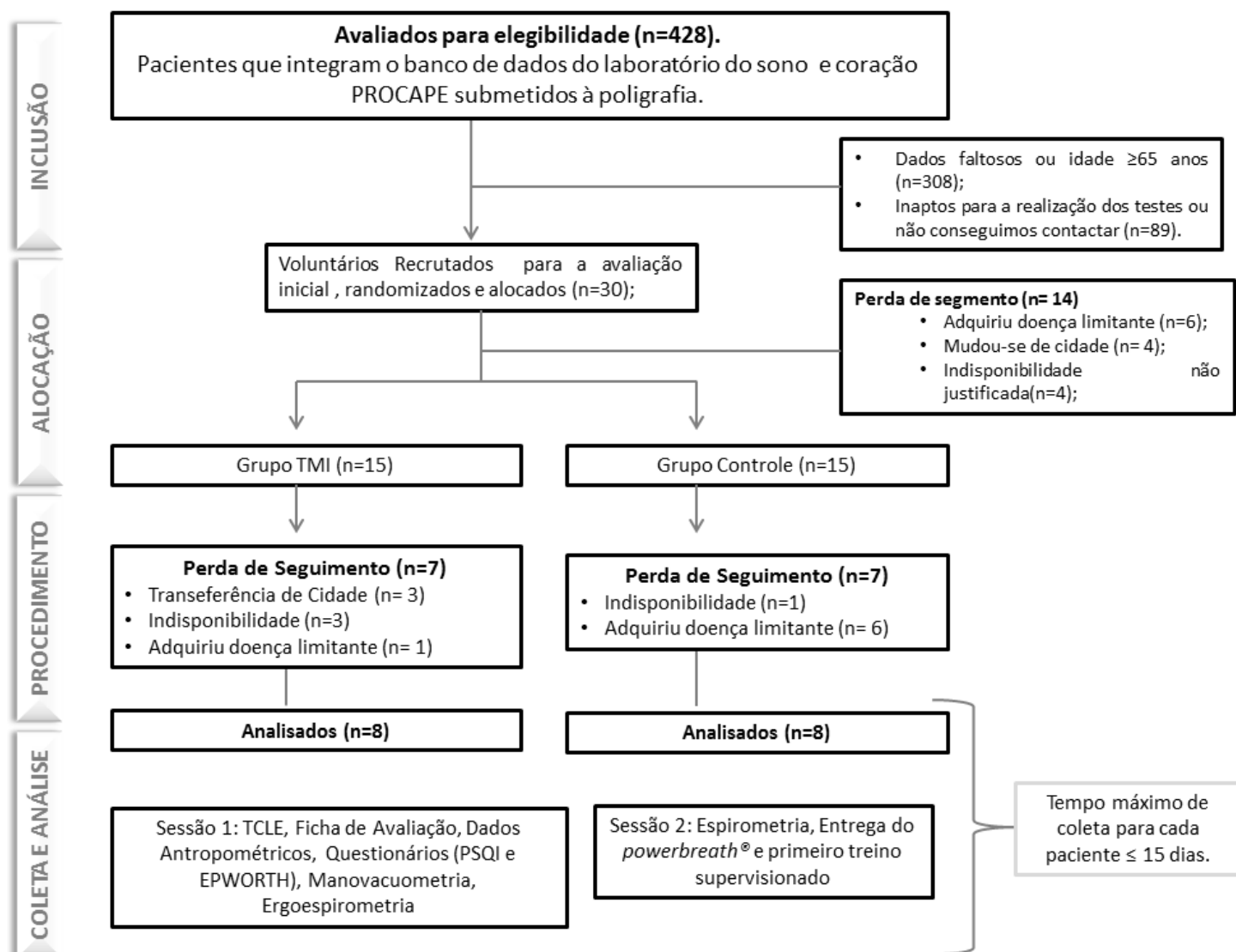


Tabela 1. Características da Amostra

	TMI (n=8)	CONTROLE (n=8)	p
Idade (anos)	54,8 ± 6,9	49,9±11,6	0,52
Sexo (M/F)	4 (50%)/4 (50%)	6 (75%)/2 (25%)	0,60#
Altura (m)	1,6±0,1	1,7±0,1	0,20
Circunferência do	40,0±4,5	43,5±3,0	0,07
Pescoço (cm)			
Circunferência	99,0±7,1	109,9±6,3	0,01
Abdominal (cm)			
Massa Gorda (%)	36,2±8,7	39,5±5,1	0,11
Massa Magra (%)	32,6±9,1	33,9±3,2	0,91
IAH (eventos/h)	27,6±11,9	34,0±18,4	0,50
Aptidão	Regular (n=4)	Regular (n=6)	0,60#
Cardiorrespiratória	Fraca (n=3) Boa (n=1)	Fraca (n=2)	
Tabagistas	0	0	
Etilistas	1 (12,5%)	3 (37,5%)	0,56#
Comorbidades Associadas			
<i>Diabetes</i>	4 (50%)	2 (25%)	0,60#
<i>Hipertensão Arterial</i>	5 (62,5%)	5 (62,5%)	-
<i>Sistêmica</i>			
Medicações em uso			
<i>Betabloqueadores</i>	1 (12,5)	0	-
<i>Antagonistas dos</i>	2 (25%)	1 (12,5)	-
<i>receptores da</i>			
<i>Angiotensina II</i>			
<i>Bloqueadores dos</i>	0	1 (12,5)	-
<i>Canais de Cálcio</i>			
<i>Diuréticos</i>	3 (37,5%)	4 (50%)	-
<i>Inibidores da ECA</i>	2 (25%)	2 (25%)	-

Os resultados estão mostrados como média ± desvio padrão; M- masculino; F- feminino; IMC: Índice de massa Corpórea; IAH- índice apneia-hipopneia. # : valores obtidos pelo teste Qui-Quadrado corrigido pelo exato de Fisher.

Tabela 2. Função Pulmonar e Força da Musculatura Respiratória

Função Pulmonar	TMI			CONTROLE			INTERGROUP CHANGES (95% CI)	p
	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (IC 95%)	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (IC 95%)		
VEF ₁ (L)	2.5±0.6	2.6±0.7	-0.1 (-0.3 a 0.1)	2.9±0.7	2.9±0.7	0.0 (-0.14 a 0.2)	0.2 (-0.5 a 1.0)	0.46
VEF _{1Predito} (%)	87.8±11.6	86.3±13.9	1.5 (-0.8 a 3.8)	87.1±10.4	85.6±12.6	1.5 (-3.6 a 6.6)	-0.6 (-14.8 a 13.6)	0.93
CVF (L)	3.1±0.9	3.5±1.4	-0.4 (-1.0 a 0.1)	3.6±0.9	3.7±1.0	-0.1 (-0.3 a 0.2)	0.1 (-1.1 a 1.4)	0.83
CVF _{Predito} (%)	86.4±12.0	100.1±25.0	-13.7 (-25.7 a -1.8)	85.1±9.5	87.8±15.6	-2.6 (-8.9 a 3.8)	-12.4 (-37.4 a 10.0)	0.25
VEF ₁ /CVF	82.5±4.5	74.3±11.3	10.2 (0.4 a 20.1)	83.5±5.8	80.1±6.3	3.3 (-0.8 a 7.5))	5.8 (-4.0 a 15.6)	0.22
VEF ₁ /CVF _{Predito} (%)	102.0±5.9	91.8±14.2	8.2 (0.3 a 16.2)	102.9±8.2	98.9±9.2	4,0 (-1.3 a 9.3)	7.1 (-5.7 a 20.0)	0.25
PFE (L/s)	6.7±2.0	6.8±1.6	0.1 (-0.5 a 0.3)	8.0±2.1	7.6±2.1	0.4 (-0.8 a 1.58)	0.7 (-1.2 a 2.7)	0.43
PFE _{Predito} (%)	79.1±13.4	80.0±15.6	-0.9 (-7.6 a 5.9)	80.5±11.0	76.6±11.6	6.8 (-3.3 a 17.0)	-3.4 (-18.1 a 11.4)	0.63
Força da Musculatura Inspiratória								
PI _{máx} (mmHg)	-85.0±23.5	-117.5±15.8	32.5 (11.4 a 53.5)	-87.1±23.7	-102.8±23.4	15.6 (-4.7 a 36.0)	14.7 (-6.6 a 36.1)	0.11
PE _{máx} (mmHg)	130.3±35.8	141.3±35.2	-11.0 (-31.7 a 9.7)	115.4±29.1	141.1±23.4	-25.7 (-40.5 a -11.0)	0.1 (-32.7 a 32.4)	0.10

Os dados foram apresentados em média± desvio padrão e diferenças de médias (intervalo de confiança 95%). L=: litros; l/s: litros/segundos; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF: capacidade vital forçada; PFE: pico de fluxo expiratório; VEF₁/CVF: razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada. PI: pressão inspiratória; PE: pressão expiratória.

Tabela 3. Avaliação de mobilidade e espessura diafragmática

Função Pulmonar	TMI			CONTROLE			Diferenças Intergrupo (95% CI)	p
	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (95% CI)	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (95% CI)		
Mobilidade VC (mm)	14,2±4,8	12,1±7,6	2.1 (-4.4 a 8.6)	14,4±6,0	13,8±5,6	0.6 (-1.3 a 2.6)	1.70 (-5.45 a 8.86)	0.62
Mobilidade CRF (mm)	58,1±12,4	58,3±13,2	-0.2 (-9.5 a 9.1)	49,3±7,04	47,6±9,1	1.7 (-3.6 a 7.1)	-10.71 (-22.8 a 1.44)	0.08
Espessura VC (mm)	2,6±0,5	2,9±0,6	-0.3 (-0.8 a 0.1)	2,7±0,8	2,5±0,6	0.2 (-0.1 a 0.6)	-0.37 (-0.98 a 0.24)	0.22
Espessura CRF (mm)	5,2±1,0	5,5±0,9	-0.3 (-0.6 a 0.03)	5,5±0,7	5,3±1,0	0.2 (-0.5 a 0.8)	-0.14 (-1.14 a 0.84)	0.73
Taxa de Espessamento	1,4±0,5	1,2±0,7	0.2 (-0.6 a 0.9)	1,6±0,4	1,5±0,4	0.1 (-0.3 a 0.5)	0.28 (-0.32 a 0.89)	0.33

Os resultados estão mostrados como média ± desvio padrão e diferenças de médias (intervalo de confiança 95%); VC: volume corrente; CPT: Capacidade pulmonar total; CRF: Capacidade Residual Funcional.

Tabela 4. Teste de esforço cardiopulmonar pré e pós intervenção nos grupos TMI e controle

	TMI			CONTROLE			Diferenças Intergrupos (95% IC)	p
	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (95% CI)	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (95% CI)		
RER	1.11±0.07	1.07±0.05	0.03 (-0.02 a 0.1)	1.11±0.07	1.10±0.07	0.01 (-0.1 a 0.1)	0.02 (-0.05 a 0.09)	0.70
VO₂máx (ml/kg/min)	25.6±6.5	24.7±6.4	0.8 (-1.3 a 3.0)	27.4±2.5	27.1±2.4	0.3 (-1.3 a 2.0)	-1.76 (-7.93 a 4.41)	0.71
VO₂(1°Limiar) (ml/kg/min)	18.6±4.0	18.7±5.2	-0.01 (-1.9 a 1.9)	21.2±3.0	19.4±2.4	1.8 (-0.9 a 4.5)	2.16 (-3.35 a 6.50)	0.71
VCO₂máx	29.6±3.9	29.1±3.3	1.0 (-1.0 a 3.1)	28.0±7.1	27.0±6.1	0.5 (-2.0 a 3.0)	3.77 (-1.40 a 8.96)	0.26
VE/VCO₂Slope (ml/kg/min)	32.4±3.8	34.1±4.6	-1.7 (-5.6 a 2.2)	30.2±4.6	31.9±5.3	-1.7 (-5.4 a 1.9)	-2.38 (-7.17 a 2.41)	0.38
VE/VCO₂1°Limiar (ml/kg/min)	27.3±2.0	28.5±3.1	-1.2 (-4.4 a 1.9)	27.5±2.6	26.5±3.8	0.9 (-1.7 a 3.5)	-2.17 (-5.97-1.63)	0.56
FC_{Rep} (bpm)	73.3±20.6	70.9±23.5	2.4 (-7.7 a 12.4)	77.6±16.7	90.9±13.9	-13.2 (-24.5 a -2.0)	20.0 (-0.7 a 45.7)	0.06
FC_{máx} (bpm)	160.4±21.0	163.6±17.6	-3.2 (-20.9 a 14.4)	161.5±13.4	163.8±9.9	-2.2 (-12.1 a 7.7)	-0.1 (-15.2 a 15.5)	1.00
FC_{Recup} (bpm)	21.0±3.8	21.1±7.2	-1.4 (-22.3 a 19.6)	29.9±16.4	31.2±16.8	- 0.1 (-4.8 a 4.6)	-10.1 (-24.0 a 3.7)	0.14
PAS_{Repouso} (mmHg)	128.8±11.3	130.0±10.7	-1.2 (-6.6 a 4.1)	131.3±9.9	138.8±12.5	-7.5 (-20.7 a 5.7)	8.7 (-1.1 a 41.1)	0.15
PAS_{máx} (mmHg)	171.3±14.6	170.0±10.7	1.2 (-11 a 13.4)	178.8±17.3	182.5±15.8	-3.7 (-21.6 a 14.1)	12.5 (-2.0 a 27.0)	0.08
PAS_{Recup}(mmHg)	146.3±10.6	142.5±13.9	3.7 (-9.6 a 17.1)	156.3±16.0	145.0±13.1	11.2 (-3.2 a 25.7)	2.5 (-12.0 a 17.0)	0.72
PAD_{Rep} (mmHg)	80.0±5.3	81.3±3.5	-1.2 (-4.2 a 1.7)	81.3±6.4	85.0±5.3	-3.7 (-10.0 a 2.5)	3.7 (-1.1 a 8.6)	0.12
PAD_{máx} (mmHg)	87.5±7.1	85.0±5.3	2.5 (-4.9 a 9.9)	90.0±9.3	92.5±8.9	-2.5 (-12.2 a 7.2)	7.5 (-0.3 a 15.3)	0.06
PAD_{Recup} (mmHg)	81.3±3.5	82.5±4.6	-1.2 (-4.2 a 1.7)	83.8±5.2	87.5±7.1	-3.7 (-11.4 a 3.9)	5.0 (-1.4 a 11.4)	0.12
T/2 (s)	119.8±21.5	111.6±21.0	0.62 (-17.9 a 19.1)	129.5±20.7	114.1±14.0	15.4 (-3.4 a 34.2)	5.14 (-27.95 a 17.67)	0.93

VO₂máx: consumo máximo de oxigênio; VO₂ (1°limiar): consumo de oxigênio no primeiro limiar (anaeróbico); VCO₂máx: gás carbônico máximo exalado; RER: relação de trocas gasosas; FC_{máx}Obtida: frequência cardíaca máxima obtida; FC_{máx}Estimada: Frequência Cardíaca Máxima Estimada; PAS_{rep}: pressão arterial sistólica de repouso; PAS_{máx}: pressão arterial sistólica máxima; PAD_{rep}: pressão arterial diastólica de repouso; PAD_{máx}: Pressão arterial diastólica máxima; Os dados foram apresentados em média ± desvio padrão e diferenças de médias (intervalo de confiança 95%) .

Tabela 5. Valores do índice apneia-hipopneia (IAH), escala de sonolência de Epworth e do índice de qualidade do sono de Pittsburgh (PSQI).

	TMI			CONTROLE			Diferenças Intergrupos (95% IC)	p
	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (95% CI)	PRÉ	PÓS	Diferenças entre Médias (95% CI)		
IAH (eventos/h)	27.6±11.9	22.2±12.0*	5.4 (-4.2 a 15.0)	34.0±18.4	44.5±17.5*	-10.5 (-19.5 a -1.56)	22.2 (6.2 a 38.3)	0.01
ESE Escore Total	11.1±4.5	6.4±3.7	4.7 (1.4 a 8.1)	11.1±6.8	9.8±8.0	1.4 (-1.2 a 4.0)	3.4 (-3.3 a 10.0)	0.29
PSQI Escore Total	7.0±4.7	4.1±3*	2.9 (0.7 a 5.0)	8.8±4.2	7.9±2.9	0.9 (-2.0 a 3.7)	3.7 (0.6 a 6.9)	0.02

Os resultados estão mostrados como média ± desvio padrão e diferenças de médias (intervalo de confiança 95%); IAH- índice apneia-hipopneia; ESE- escala de sonolência de Epworth; PSQI- índice de qualidade do sono de Pittsburgh. *TMI vs. Controle p<0.05

ANEXOS

ANEXO 1. ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH

ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH**Qual possibilidade de você cochilar ou adormecer nas seguintes situações?**

Situações	Chance de cochilar - 0 a 3
1. Sentado e lendo	
2. Vendo televisão	
3. Sentado em lugar público sem atividades como sala de espera, cinema, teatro, igreja	
4. Como passageiro de carro, trem ou metro andando por 1 hora sem parar	
5. Deitado para descansar a tarde	
6. Sentado e conversando com alguém	
7. Sentado após uma refeição sem álcool	
8. No carro parado por alguns minutos no durante trânsito	
Total	

0 - nenhuma chance de cochilar**1** - pequena chance de cochilar**2** – moderada chance de cochilar**3** - alta chance de cochilar**Dez ou mais pontos** – sonolência excessiva que deve ser investigada

ANEXO 2. ÍNDICE DE QUALIDADE DO SONO DE PITTSBURG

Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh – PSQI

PITTSBURGH SLEEP QUALITY INDEX

Nome: _____ Coleta: ____/____/____

Idade: _____ Sexo: _____

Instruções:

As seguintes perguntas são relativas aos seus hábitos usuais de sono durante o último mês somente. Suas respostas devem indicar a lembrança mais exata na maioria dos dias e noites no último mês. Por favor, responda a todas as perguntas

1. Durante o mês passado, à que horas você foi deitar à noite, na maioria das vezes? Hora usual de deitar: _____
2. Durante o mês passado, quanto tempo (em minutos) você demorou para pegar no sono na maioria das vezes? Número de minutos _____
3. Durante o mês passado, a que horas você geralmente levantou de manhã? Hora usual de levantar: _____
4. Durante o mês passado, quantas horas de sono por noite você dormiu? (pode ser diferente do número de horas que você ficou na cama). Horas de sono por noite: _____

Para cada uma das questões seguintes, escolha uma única resposta, que você ache mais correta, por favor, responda todas as questões:

5. No mês passado, com que frequência você teve dificuldade de dormir porque você...

a) Não conseguiu adormecer em até 30 minutos

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

b) Acordou no meio da noite ou muito cedo pela manhã

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

c) Precisou levantar para ir ao banheiro

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

d) Teve dificuldade para respirar

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

e) Tossiu ou roncou alto

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

f) Sentiu muito frio

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

g) Sentiu muito calor

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

h) Teve sonhos ruins ou pesadelos

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

i) Sentiu dores

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

j) Outras razões, por favor descreva:

Com que frequência você teve dificuldade para dormir devido a esta razão:

() Nenhuma no último mês

() Menos de 1 vez por semana

() 1 ou 2 vezes por semana

() 3 ou mais vezes por semana

6. Durante o mês passado como você classificaria a qualidade do seu sono de uma maneira geral?

() Muito boa

() Boa

() Ruim

() Muito Ruim

7. Durante o mês passado com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou “por conta própria”) para lhe ajudar a dormir?

() Nenhuma no último mês

() Menos de uma vez por semana

() Uma ou duas vezes por semana

() Três ou mais vezes por semana

8. Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas para ficar acordado enquanto dirigia, comia ou participava de uma atividade social (festa, reunião de amigos, trabalho ou estudo)

() Nenhuma no último mês

() Menos de uma vez por semana

- ☐ Uma ou duas vezes por semana
- ☐ Três ou mais vezes por semana

9. Durante o mês passado , você sentiu indisposição ou falta de ânimo para realizar suas atividades diárias?

- ☐ Nenhuma indisposição ou falta de ânimo
- ☐ Pequena indisposição e falta de ânimo
- ☐ Moderada indisposição e falta de ânimo
- ☐ Muita indisposição e falta de ânimo