



UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**Efeitos do treinamento físico aquático sobre a função respiratória e
a capacidade funcional de pacientes com doença pulmonar
obstrutiva crônica**

Viviane Cerezer da Silva

2013

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

VIVIANE CEREZER DA SILVA

EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO
AQUÁTICO SOBRE A FUNÇÃO
RESPIRATÓRIA E A CAPACIDADE
FUNCIONAL DE PACIENTES COM DOENÇA
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Intervenção Fisioterapêutica. Linha de pesquisa: Processos de Intervenções Fisioterapêuticas nos Sistemas Cardiovascular, Respiratório, Muscular e Metabólico.

Orientadora: Profa Dra Marlene Aparecida Moreno

PIRACICABA

2013

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo constante apoio dado para seguir em busca dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me iluminar e me permitir realizar esse trabalho.

Ao meu pai Pedro, sem o qual não seria possível a realização desse trabalho, Obrigada por acreditar em mim, e dedicar muitas horas e dias comigo nesse projeto, sempre se sacrificando para a realização dos meus sonhos.

À minha mãe Cidinha, por sempre estar presente, me incentivando em tudo. Não tenho palavras para descrever o quanto te admiro e o quanto é importante para mim. Tudo o que faço me inspiro em você, obrigada por tudo.

À minha irmã e companheira Rafaela. Amo você.

Aos meus padrinhos Milton e Cele. Obrigada por me apoiarem sempre, e me socorrerem, até de madrugada, todas as vezes em que precisava usar o computador e o meu dava problema.

Ao meu namorado Tavinho por estar sempre ao meu lado me dando força e me incentivando. Te amo.

À minha amiga, irmã e conselheira Eduarda, obrigada pela paciência de me ouvir sempre.

À minha amiga e parceira nesse trabalho, Bruna. Sem todo seu esforço, sacrifício e dedicação não seria possível a realização desse projeto.

À Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno, por ter acreditado em mim ainda na graduação, me aceitando como sua aluna na iniciação científica. Sem aquela oportunidade com certeza não estaria realizando esse projeto hoje. Obrigada por toda atenção e tempo dedicado a mim, obrigada pela confiança.

Ao Dr. Danilo Gullo Ferreira, pneumologista, integrante da presente pesquisa, por encaminhar os pacientes do Ambulatório Regional de Especialidade-ARE, Limeira-SP.

Aos voluntários da presente pesquisa sem os quais seria impossível concretizá-la.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor. Mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

RESUMO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada pela obstrução ao fluxo aéreo, que além do comprometimento pulmonar, produz consequências sistêmicas significativas, as quais podem ser minimizadas com o treinamento físico. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de um programa de exercícios físicos aeróbios aquáticos sobre a força muscular respiratória, a mobilidade toracoabdominal, a capacidade funcional, e a dispneia em pacientes com DPOC. Foram estudados 16 voluntários com diagnóstico de DPOC (classificação GOLD I/II/III/IV), gênero masculino, divididos em grupo controle (GC) que participou somente das avaliações, e o grupo treinamento (GT) que participou de 24 sessões de um programa de treinamento de exercícios aeróbios aquáticos, realizado três vezes por semana, por oito semanas. A sessão durava aproximadamente 60 minutos. Antes e após o protocolo de exercícios, os pacientes foram submetidos à avaliação da força muscular respiratória pela medida das pressões respiratórias máximas, da mobilidade toracoabdominal pela cirtometria, da capacidade funcional pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6'), e da dispneia pela escala *Medical Research Council* (MRC), e pela escala de Borg. Para a análise dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, Teste *t* de *Student* pareado, e o Teste *t* de *Student* não pareado, com nível de significância de 5%. A relação entre as variáveis estudadas foi avaliada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson (*r*). Os resultados demonstraram diferença significativa para o GT, na comparação entre os valores das pressões respiratórias máximas (cmH₂O) nas condições pré e pós-treinamento, (Pressão Inspiratória Máxima: 75±18,3 vs. 84,4±20,6; Pressão Expiratória Máxima: 141,3±36,7 vs. 157,5±39,4). Para o GC, não houve diferença. Na análise da mobilidade toracoabdominal comparando as condições pré e pós treinamento, não foram encontradas diferenças significativas para o GC, entretanto o GT mostrou aumento significativo nos níveis axilar e abdominal (cm) após o treinamento (Axilar: 5,9±2,2 vs. 7,8±1,4; abdominal: 1,1±0,7 vs. 3,8±2,5). Com relação à capacidade funcional, foi verificado aumento significativo na distância percorrida (DP) entre o pré e pós-treinamento apenas do GT (DP 466,1±74,4 vs. 541,4±75,7). No que se refere à dispneia, os resultados mostraram que após o período de treinamento, houve redução significativa somente para o GT, na avaliação pela escala MRC (3,1±1,0 vs. 1,9±0,8), e pela escala de Borg (5,62±0,74 vs. 3,50±0,53). A análise de correlação demonstrou resultado significativo do TC6' com as pressões respiratórias máximas (P_{Imáx} *r*=0,89 e P_{Emáx} *r*=0,82), cirtometria (axilar *r*=0,74 e xifoideana *r*=0,67) e Borg dispneia (*r*=-0,62). Conclui-se que o treinamento físico aeróbio aquático promoveu adaptações benéficas sobre a força muscular respiratória, mobilidade toracocabdominal, capacidade funcional, e dispneia em pacientes com DPOC.

Palavras-chave: DPOC, hidroterapia, força muscular, aptidão física, testes de função respiratória.

ABSTRACT

The chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is characterized by airflow obstruction that besides pulmonary commitment produces significant systemic consequences, which can be minimized with physical training. The aim of this study was to evaluate the effect of an aerobic aquatic exercise program on respiratory muscle strength, mobility thoracoabdominal, functional capacity, and dyspnea in patients with COPD. We studied 16 males patients with a diagnosis of COPD (GOLD classification I / II / III / IV), that were randomized into control group (CG) that attended only the evaluations, and training group (TG) who participated in 24 sessions of a training program of aquatic aerobic exercises, performed three times a week for eight weeks. The session lasted approximately 60 minutes. Before and after the exercise protocol, patients underwent assessment of respiratory muscle strength by measuring the maximal respiratory pressures, by cirtometry thoracoabdominal mobility, functional capacity at 6-minute walk test (6MWT), and dyspnea by Scale Medical Research Council (MRC) and scale of the Borg. For data analysis it was used the Shapiro-Wilk test, paired Student t test, and Student t test unpaired, with a significance level of 5%. The ratio between variables was assessed by Pearson's correlation coefficient (r).The results showed a significant difference between the values of maximal respiratory pressures (cmH₂O) under the conditions pre-and post-training (Maximal inspiratory pressure: 75 ± 18.3 vs. 84.4 ± 20.6 ; Maximal Expiratory Pressure: 141 , vs 36.7 ± 3 . 157.5 ± 39.4). For the CG, there was no difference. In the analysis of thoracoabdominal mobility comparing conditions before and after training, no significant differences were found for the CG, however the TG showed a significant increase in the axillary and abdominal levels (cm) after training (axillary: 5.9 ± 2.2 vs. 7.8 ± 1.4 ; abdominal: 1.1 ± 0.7 vs. 3.8 ± 2.5). Regarding the functional capacity, a significant increase was observed in the distance (SD) between the pre and post-training only in the TG ($SD \pm 74.4$ vs 466.1 . 541.4 ± 75.7). With regard to dyspnea, the results showed that after the training period, there was a significant reduction only for TG, the MRC Scale evaluation (3.1 ± 1.0 vs. 1.9 ± 0.8), and Borg dyspnea (5.62 ± 0.74 vs. 3.50 ± 0.53). Pearson's correlation was statistically significant between 6MWT and the maximal respiratory pressure (IP_{max} $r=0,89$ and EP_{max} $r=0,82$) cirtometry (axillary $r=0,74$ and xyfhoid $r=0,67$) and Borg dyspnea ($r=-0,62$). It is concluded that the aquatic aerobic exercise promoted beneficial adaptations on respiratory muscle strength, mobility toracocabdominal, functional capacity, and dyspnea in patients with COPD.

Keywords: COPD, hydrotherapy, muscle strength, physical fitness, respiratory function tests.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVO.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Aspectos Éticos.....	18
3.2 Local da Pesquisa.....	18
3.3 Critérios de Seleção da Amostra.....	18
3.4 Casuística.....	20
3.5 Procedimento Experimental.....	22
3.6 Variáveis Respiratórias.....	23
3.6.1 Espirometria.....	23
3.6.2 Pressões Respiratórias Máximas.....	23
3.6.3 Mobilidade Toracoabdominal.....	24
3.6.4 Escala MRC.....	25
3.7 Avaliação da Capacidade Funcional.....	26

3.8 Treinamento Físico Aquático.....	27
3.8.1 Protocolo de Treinamento Físico Aquático.....	27
3.9 Análise Estatística.....	32
4 RESULTADOS.....	34
5 DISCUSSÃO.....	44
6 CONCLUSÃO.....	52
7 REFERÊNCIAS.....	53
ANEXO 1.....	60
ANEXO 2.....	62
ANEXO 3.....	66
ANEXO 4.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
ARE	Ambulatório Regional de Especialidade
ATS	American Thoracic Society
BODE	Body mass index, obstruction, dyspnea, exercise
bpm	Batimento por minuto
BTPS	Body temperature and pressure saturated
cm	Centímetro
cmH₂O	Centímetros de água
CPT	Capacidade pulmonar total
CRF	Capacidade residual funcional
CVF	Capacidade vital forçada
DMCI	Diferença mínima clinicamente importante
DP	Distância percorrida
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva cônica
ERS	European Respiratory Society
FACIS	Faculdade de Ciências da Saúde
FC	Frequência cardíaca
FIEL	Faculdades Integradas Einstein de Limeira
FR	Frequência respiratória
GC	Grupo controle
GOLD	Global initiative for chronic obstructive lung disease
GT	Grupo treinamento
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
Kg	Quilograma
kg/m²	Quilograma por metro quadrado
L	Litros

m	Metros
mmHg	Milímetros de mercúrio
MMII	Membros inferiores
MRC	Medical Research Council
MMSS	Membros superiores
N	Número de participantes
p	índice de significância estatística
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PE_{máx}	Pressão expiratória máxima
PI_{máx}	Pressão Inspiratória máxima
r	Coeficiente de correlação de Pearson
SpO₂	Saturação periférica de oxigênio
TC6'	Teste da caminhada dos 6 minutos
UNIMEP	Universidade Metodista de Piracicaba
VEF₁	Volume expiratorio forçado no primeiro segundo
VEF₁/CVF	Razão entre p volume forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada
VR	Volume residual

1. INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) ocupa a 5ª posição em causa de morte, sendo 290 mil o número de pacientes internados anualmente, o que gera um enorme gasto ao sistema de saúde do país (Jardim, Oliveira e Nascimento, 2004).

A DPOC é prevenível e tratável, e se apresenta com uma limitação ao fluxo aéreo, não sendo totalmente reversível. Esta limitação geralmente é progressiva e associada à resposta inflamatória anormal dos pulmões a partículas ou gases nocivos, sendo o tabagismo o maior fator de risco para o desenvolvimento da doença (GOLD, 2011). Inflamação das vias aéreas e destruição do parênquima pulmonar formam as alterações características da DPOC (Wouters, 2005). Na DPOC a coexistência da limitação ao fluxo expiratório e da perda do recuo elástico dos pulmões ocasiona progressivamente modificações do padrão respiratório, dos volumes e capacidades pulmonares (Reis et al., 2010).

Embora a DPOC acometa os pulmões e tenha seus principais sintomas relacionados a eles, como dispneia, tosse, sibilância, produção de secreções e infecções respiratórias de repetição, as consequências não se restringem apenas a esse órgão. Os pacientes apresentam frequentemente manifestações sistêmicas relacionadas a esta patologia, como desnutrição, descondicionamento físico, inflamação sistêmica, alterações estruturais e funcionais de músculos respiratórios e locomotores (Agusti et al., 2003, Dourado, 2006).

Estudos realizados em pacientes com DPOC, os quais avaliaram a musculatura respiratória, encontraram diminuição na força muscular,

principalmente dos músculos inspiratórios, sendo essa redução somada às alterações da mecânica respiratória, contribuindo para a presença da dispneia e intolerância ao exercício nesta população (Rochester e Braun, 1985; McConnell e Romer, 2004; Terzano et al., 2008).

A obstrução brônquica ocasiona prejuízo à mecânica respiratória, juntamente com a diminuição de força muscular respiratória, as alterações fisiopatológicas da DPOC podem afetar também a mobilidade torácica desses indivíduos. O diafragma é o principal músculo inspiratório e encontra-se alterado na presença da DPOC. Há um aumento de fibras tipo I e diminuição no comprimento dos sarcômeros. Essas mudanças estruturais surgem como efeitos adaptativos para provavelmente tentar recuperar parcialmente a capacidade funcional, já que os músculos inspiratórios de pacientes com DPOC mostram menor capacidade de gerar força e resistência (Levine et al., 1997; Orozco-Levi et al., 1999; Ramírez-Sarmiento et al., 2002). A disfunção dos músculos inspiratórios provavelmente resulta de mudanças geométricas ocorridas no tórax e diafragma, ocasionadas pela hiperinsuflação, assim como os fatores sistêmicos e alterações na estrutura desses músculos (Luce e Culver, 1982; Gosselink, Troosters e Decramer, 2000).

Em sujeitos saudáveis, durante o repouso ou em atividade de baixa intensidade, o trabalho da respiração é relativamente pequeno e os músculos respiratórios não têm dificuldade em manter os níveis de ventilação. No entanto, o exercício prolongado de alta intensidade representa uma sobrecarga à musculatura respiratória, que pode causar dispneia e contribuir para a diminuição da tolerância ao exercício. Isso se acentua nos pacientes com

DPOC, uma vez que já apresentam frequentemente fraqueza e diminuição da resistência muscular respiratória (Orozco-Levi, 2003).

Além da redução da resistência ventilatória, devido às manifestações sistêmicas, a musculatura locomotora também se encontra prejudicada nesses pacientes, contribuindo para o descondicionamento físico e redução da capacidade funcional (Dourado, 2006). Um importante teste para avaliar a capacidade funcional é o teste da caminhada dos seis minutos (TC6'). Esse é comumente utilizado como método para avaliar mudanças na capacidade de realizar exercício após a participação em um programa de reabilitação pulmonar (Jenkins, 2007).

Estudos têm demonstrado que o resultado do TC6' é melhor preditor de mortalidade que o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) em pacientes com DPOC severa. Diminuição nos valores obtidos no TC6' acontece independentemente da mudança do VEF_1 (Pinto-Plata et al., 2004; Casanova et al., 2008). O estudo de Takigawa (2006) apontou que a menor distância percorrida e a queda de saturação durante o teste foram os preditores de piores prognósticos de sobrevida desses pacientes.

Embora não exista cura após o desenvolvimento da DPOC e suas comorbidades, o tratamento deve ser realizado de maneira contínua com objetivo de minimizar ou retardar a progressão das disfunções geradas pela doença, e assim melhorar a qualidade de vida, reduzir as exacerbações, e possivelmente, reduzir a mortalidade (GOLD, 2011).

Os indivíduos que desenvolvem a doença, normalmente são encaminhados a programas de reabilitação pulmonar, os quais consistem em intervenções de uma equipe multidisciplinar formada pelo médico,

fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, nutricionista, psicólogo, enfermeira e assistente social, dependendo das necessidades individuais de cada paciente (ATS, 1999). Os objetivos da reabilitação pulmonar englobam a redução dos sintomas, principalmente a dispneia, a redução da perda funcional causada pela doença pulmonar e aumento das atividades físicas e sociais, gerando assim melhora da qualidade de vida, conservando ao máximo a independência funcional. Esses objetivos podem ser alcançados a partir de programas que incluem o exercício físico, a educação do paciente e de seus familiares, e a intervenção psicossocial (Rodrigues, Viegas e Lima, 2002).

Uma das principais estratégias de tratamento é o condicionamento físico. O exercício aeróbio é recomendado para sujeitos com DPOC, e seus benefícios são observados independentemente do estágio da doença em que o paciente se encontra (GOLD, 2011).

Apesar de não haver alteração da função pulmonar após realização de programas de reabilitação pulmonar com ênfase no exercício físico, segundo Paz-Diaz et al. (2007) ocorre melhora na função muscular esquelética, capacidade funcional, e qualidade de vida em pacientes com DPOC. Normalmente os programas de reabilitação pulmonar são realizados em solo, praticando caminhada em esteiras ou bicicletas ergométricas, e exercícios de resistência, mas nem sempre esses pacientes conseguem executá-los corretamente, devido à presença das comorbidades, e por serem em sua maioria idosos, dificultando sua participação (McNamara, 2011).

A hidroterapia aparece então como uma alternativa aos métodos tradicionais de reabilitação. Os exercícios de modo geral são de fácil execução devido às propriedades físicas da água. É uma forma de tratamento, que tem

sido utilizada por décadas na área de reabilitação e aplicada em diversas patologias como fibromialgia (Gowans e Hueck, 2007), artrite reumatóide (Eversden et al., 2007), e asma (Emtner, Finne e Stalenheim, 1998).

A fluabilidade é um dos princípios físicos da água de maior importância, e é o qual possibilita aos indivíduos se exercitarem sem o risco de sofrerem lesões musculoesqueléticas, por não haver impacto durante a atividade (Chu e Rhodes, 2001).

Os pacientes com DPOC apresentam mudanças patológicas no pulmão, gerando como consequência aumento na capacidade residual funcional (CRF) e volume residual (VR), o que contribui para o aumento do trabalho respiratório e da dispneia (Wadell et al., 2004). Por isso outro princípio físico da água se torna importante: a pressão hidrostática, que facilita a expiração e diminui o VR, reduzindo o aprisionamento de ar. Com a diminuição dessas variáveis respiratórias durante a imersão em água, possibilita-se redução da sensação de dispneia, facilitando a realização dos exercícios físicos (Agostoni et al., 1966, Wadell et al., 2004).

O treinamento aeróbio e seus benefícios têm sido estudados em programas de reabilitação pulmonar realizados no solo, no entanto, estudos com programa de treinamento físico na água para pacientes com DPOC ainda são escassos na literatura. Portanto, com base nos efeitos fisiológicos promovidos pelo treinamento físico aeróbio, somados aos efeitos proporcionados pelo ambiente aquático, a hipótese do estudo é que o programa de treinamento físico aeróbio aquático pode promover adaptações benéficas sobre as variáveis respiratórias e capacidade funcional de pacientes com DPOC.

2. OBJETIVO

Avaliar os efeitos de um programa de treinamento físico aeróbio aquático sobre a força muscular respiratória, a mobilidade toracoabdominal, a dispneia e a capacidade funcional de pacientes com DPOC.

3. METODOLOGIA

Aspectos éticos

Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde), este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba sob parecer nº13/11 (Anexo 1). Os voluntários foram informados e esclarecidos a respeito dos objetivos e da metodologia experimental aos quais seriam submetidos, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Local da Pesquisa

Os pacientes foram triados no Ambulatório Regional de Especialidade (ARE), em Limeira-SP. Todas as avaliações e o protocolo de intervenção aquática foram realizados nas dependências das Faculdades Integradas Einstein de Limeira (FIEL), em Limeira-SP. Para a realização das avaliações, foram utilizados os equipamentos do Laboratório de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia Cardiorrespiratória, do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, da Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS), da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba-SP.

Critérios de seleção da amostra

Critérios de inclusão:

- Diagnóstico de DPOC (classificação GOLD I/II/III/IV)
- Clinicamente estáveis

- Baixo nível de atividade física, segundo o IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*) (Anexo 2)
- Ausência de agudização nos últimos três meses
- Não participação em programas de treinamento físico regular nos últimos seis meses

Critérios de exclusão:

- Diabetes Mellitus
- Distúrbios endócrinos
- Insuficiência renal crônica
- Doenças hepáticas
- Outras pneumopatias ou doenças inflamatórias associadas
- Cardiopatias
- Uso de fármacos que impossibilitassem o desempenho físico
- Alterações musculoesqueléticas e neuromusculares que inviabilizassem a execução dos protocolos experimentais
- Distúrbios dermatológicos (fístulas cutâneas, feridas infectadas, micose cutânea, úlceras varicosas)
- Hipersensibilidade aos produtos utilizados para o tratamento da água da piscina
- Hidrofobia

Casuística

O estudo foi um ensaio clínico randomizado, no qual 60 voluntários do gênero masculino foram triados para a participação na pesquisa, sendo excluídos 38 deles, por não atenderem aos critérios de inclusão, não consentirem, ou por apresentarem problemas que impossibilitassem a participação regular nas sessões de treinamento. Assim, iniciaram o protocolo experimental, 22 voluntários, divididos de forma aleatória em dois grupos de 11, sendo um grupo o controle (GC), o qual participou somente das avaliações, e o outro, o grupo treinado (GT), o qual participou das avaliações e do treinamento físico aeróbio aquático. No entanto, no decorrer do estudo, houve perda amostral de seis voluntários, tendo o mesmo sido concluído com oito voluntários no GC e oito no GT, conforme apresentado no fluxograma de participação dos voluntários do estudo (Figura 1). As características dos grupos estudados estão apresentadas na sessão de resultados (Tabela 1).

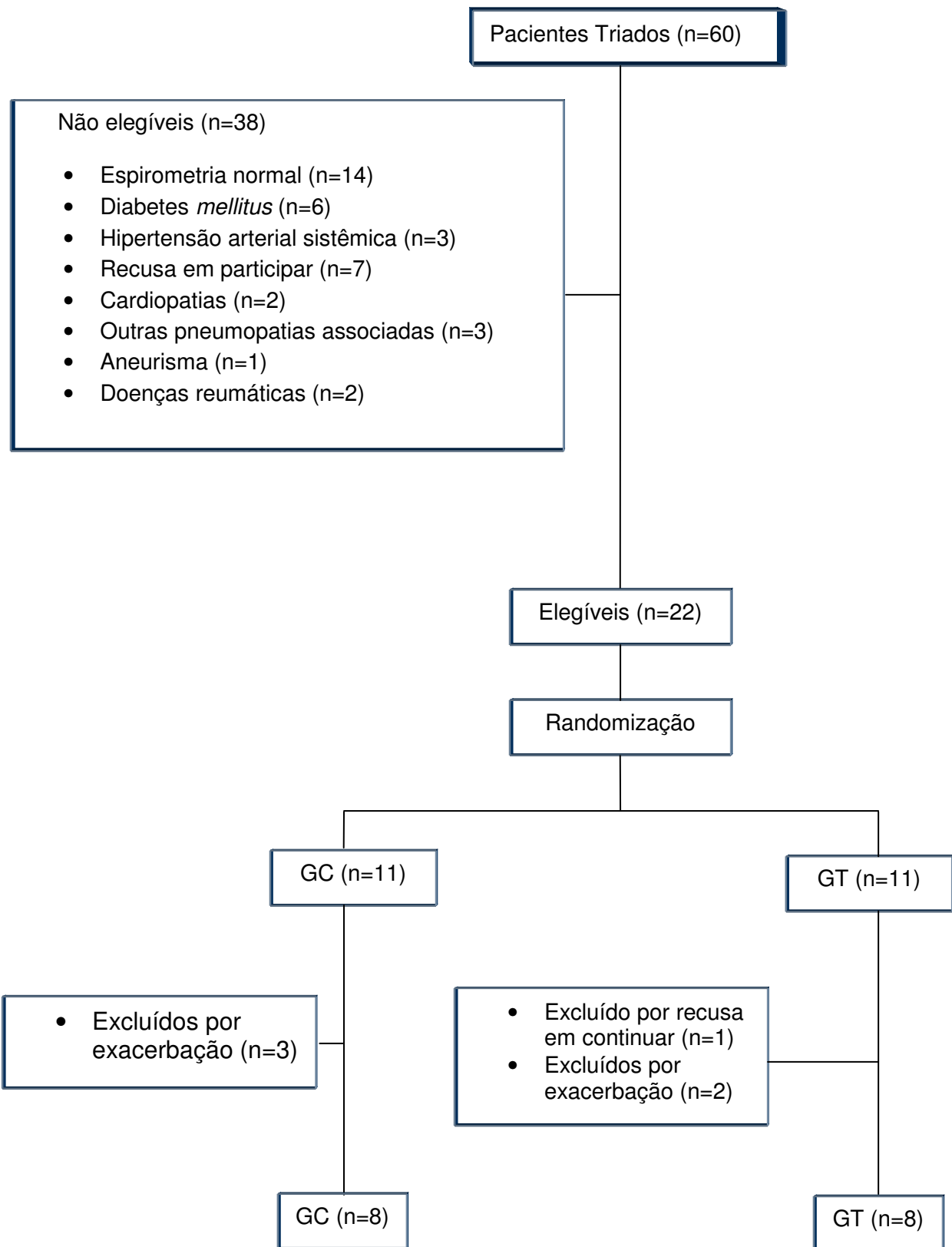


Figura 1: Fluxograma de participação dos voluntários no estudo. GC=grupo controle; GT=grupo treinado.

Procedimento experimental

Todos os voluntários foram submetidos a duas avaliações em momentos distintos. Para o GT foi realizada uma avaliação no período pré e outra no pós-treinamento físico aeróbio aquático e para o GC, que apenas participou das avaliações, foi realizada uma avaliação no período pré e outra após 2 meses. Inicialmente os voluntários passaram por avaliação fisioterapêutica e clínica, efetuada conjuntamente com o médico pneumologista Dr. Danilo Gullo Ferreira, composta de:

- Anamnese: dados pessoais, história atual e progressiva de doenças, antecedentes familiares e medicamentos em uso.
- Avaliação fisioterapêutica: ausculta pulmonar, inspeção física, mensuração de FC e pressão arterial (PA).
- Avaliação da dispneia pela escala Medical Research Council (MRC) (Anexo 3).

As avaliações foram realizadas em sala climatizada artificialmente, de forma que a temperatura e umidade relativa do ar variassem entre 22 a 24°C e de 40 a 60%, respectivamente. As medidas de umidade relativa do ar e temperatura foram obtidas por meio de um termo-higrômetro (INSTRUTHERM®, São Paulo, SP, Brasil), e o controle das mesmas foi realizado por um aparelho de ar condicionado (Carrier®, Manaus, AM, Brasil) e um umidificador e purificador de ambiente (Soniclear®, WaterClearMax, São Paulo, SP, Brasil).

Variáveis respiratórias

Espirometria

O teste espirométrico foi realizado para avaliação da função pulmonar e classificação da DPOC, laudado pelo pneumologista responsável.

As provas de função pulmonar foram realizadas de acordo com as orientações da *American Thoracic Society* (ATS) para técnica, aceitabilidade e reprodutibilidade, com o uso de um espirômetro (Easyone™, nddMedizintechnik AG, Zurich, Switzerland). O sistema foi calibrado antes de cada teste, de acordo com as instruções do fabricante. As variáveis espirométricas foram gravadas e expressas em condições BTPS (*Body temperature and pressure saturated*).

A partir dos testes espirométricos foram obtidos os valores absolutos e em porcentagem do previsto, referentes à capacidade vital forçada (CVF), VEF1 e razão VEF1/CVF.

Com o objetivo de caracterizar a população, foram utilizadas as equações para predição dos valores de referência, baseadas nas equações para sujeitos saudáveis, desenvolvidas por Pereira et al. (2007).

Pressões respiratórias máximas (pressão inspiratória máxima – PImáx e pressão expiratória máxima – PEmáx)

As equações de predição dos valores de referência da PImáx e PEmáx utilizadas em nosso estudo foram as de Neder et al. (1999). As pressões respiratórias foram medidas utilizando-se um manovacuômetro analógico (GER-AR, São Paulo, Brasil), com intervalo operacional de ± 300 cmH₂O adaptado para pressões inspiratórias e expiratórias máximas.

Todas as medidas foram coletadas pelo mesmo pesquisador e realizadas sob comando verbal homogêneo, com os voluntários sentados e tendo as narinas ocluídas por uma pinça nasal para evitar o escape de ar. A P_{Imáx} foi medida durante esforço iniciado a partir do VR, enquanto que a P_{Emáx} foi medida a partir da CPT. Cada voluntário executou no mínimo cinco esforços de inspiração e expiração máximas, tecnicamente satisfatórios, ou seja, sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 1 segundo e com valores próximos entre si ($\leq 10\%$), sendo considerada para o estudo, a medida de maior valor (Black e Hyatt, 1969; Neder et al., 1999).

Cirtometria toracoabdominal

Para avaliação da mobilidade toracoabdominal foi realizada a medida das circunferências torácicas e abdominal nas fases expiratória e inspiratória máximas. Este método consistiu em medir a circunferência nos níveis axilar, xifóideano e abdominal, utilizando uma fita métrica escalonada em centímetros (cm), com o voluntário na postura ortostática e tórax desnudo. Para os níveis citados, os pontos de referência foram respectivamente a linha axilar anterior, o processo xifóide e a cicatriz onfálica. O procedimento padronizado para essas mensurações foi manter o ponto zero da fita fixado na linha média do corpo, alinhado horizontalmente com os pontos de referência, enquanto que a outra extremidade da fita foi mantida solta para permitir o deslocamento. A fita foi posicionada firmemente contra a pele, mas sem força para que os contornos dos tecidos moles permanecessem inalterados. Primeiro, foi solicitado aos voluntários a realização de uma inspiração máxima, seguida de expiração máxima (sessão de treinamento). Para cada nível avaliado, foi pedido aos

pacientes uma inspiração e expiração máximas novamente. Foram anotadas duas medidas em cada nível: uma no final da inspiração máxima e outra no final da expiração máxima. Os voluntários deveriam manter a inspiração e expiração durante pelo menos dois segundos para permitir a coleta dos dados. Para garantir a confiabilidade, as medidas foram realizadas três vezes em cada nível. Os coeficientes respiratórios nos três níveis foram calculados como a diferença entre a medida inspiratória e expiratória. A medida de maior valor foi utilizada para a análise (Paulin et al., 2003, Moreno et al., 2012).

Teste da caminhada dos 6 minutos (TC6')

A avaliação da capacidade funcional foi realizada por meio do TC6'. Para a realização do mesmo, foi solicitado aos voluntários o uso de vestuário apropriado (roupas esportivas e tênis). Foram realizados dois testes com intervalo de 30 minutos entre eles, sendo os mesmos feitos por dois fisioterapeutas. A repetição de dois testes visou eliminar o efeito do aprendizado e assegurar reprodutibilidade do procedimento (Hernandes et al., 2011), sendo utilizado o teste de maior distância percorrida para a análise dos dados.

O TC6' foi realizado no período vespertino, em um corredor coberto, com três metros de largura, arejado, iluminado, silencioso e com piso regular e não escorregadio. Foram utilizados dois cones para a delimitação do circuito, com marcações a cada metro.

O voluntário repousou por um período de 10 minutos antes da realização do teste, e foi instruído em relação a como proceder durante o mesmo, sendo também esclarecido que caso apresentasse desconforto respiratório, dor

torácica, dor muscular intensa ou sensação de mal estar, deveria interromper o teste. O voluntário foi acompanhado durante o teste, e para não influenciar na velocidade de caminhada, o terapeuta ficou atrás do mesmo. Os voluntários foram instruídos a andarem a máxima velocidade possível durante os seis minutos. Durante a caminhada, os voluntários receberam incentivos do examinador, através de estímulos verbais a cada minuto, com frases recomendadas pela *American Thoracic Society* (ATS, 2002). A distância percorrida em metros foi registrada ao término do teste. Os valores da PA, FC, frequência respiratória (FR), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e escore de dispneia e fadiga de membros inferiores (MMII), avaliados pela escala de Borg, foram registrados no início e ao término do TC6'. Caso ocorresse dessaturação (SpO₂<90%), o teste era interrompido, realizava-se a suplementação de oxigênio e outro teste era iniciado (Borgh-Silva et al., 2010). Para a interpretação dos resultados e sua posterior comparação, os mesmos foram expressos em valores absolutos.

Protocolo de treinamento físico aeróbio aquático

O treinamento foi realizado com o protocolo de exercícios físicos aeróbios aquáticos por aproximadamente 60 minutos, em dias alternados, três vezes por semana, por oito semanas, totalizando 24 sessões.

O protocolo foi efetuado conforme as recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte, e segundo as Diretrizes da ATS/ERS para reabilitação pulmonar (ACSM, 1998; Nici et al., 2006).

Antes da terapia, foi realizada a mensuração e registro da PA, FC, FR, SpO₂, Borg dispneia e Borg MMII. As sessões foram feitas individualmente, e a

cada 10 min de terapia, eram monitorizadas a FC por meio do cardiofrequencímetro Polar® modelo FT1 (Polar Electro Co. Ltda. Kempele, Oulu, Finland), a SpO2 por meio do oxímetro de pulso modelo ONYX 9500 (Nonin®), e a percepção subjetiva de esforço respiratório e de MMII pela Escala de Borg.

Dentre os oito participantes do GT, três usaram suplementação de oxigênio durante o treinamento físico, em virtude da dessaturação durante o esforço. O programa de treinamento físico foi desenvolvido, com temperatura da água em aproximadamente 32°C, profundidade da piscina variando de 1,20 a 1,30 metros (todos os exercícios foram realizados com o tórax submerso), envolvendo as seguintes etapas:

a) Aquecimento: foram realizados exercícios de alongamento, dinâmicos aeróbios, com duração de 5 a 10 minutos (Figura 2). Essa fase teve por objetivo preparar os sistemas músculoesquelético e cardiorrespiratório para a fase de condicionamento físico propriamente dito, ambientar o paciente na água e termorregular o corpo.



Figura 2: Ilustração do paciente realizando o aquecimento.

b) Condicionamento físico aquático: o treinamento aeróbio consistiu de exercícios aquáticos para tronco, membros superiores (MMSS) e MMII (Figura 3 e 4). A intensidade foi prescrita com base na escala de Borg, escore de 4 a 6, correspondendo a uma intensidade adequada de treinamento, apropriada para pacientes com doenças crônicas, já que normalmente são limitados pela dispneia ao executarem as atividades diárias. No decorrer do período de treinamento, a carga foi progressivamente ajustada, sendo que para prescrever a progressão individualizada da intensidade de treinamento, a mesma foi realizada de acordo com os sintomas relatados pelo paciente (Horowitz, Littenberg e Mahler, 1996; Graef e Kruehl, 2006; Carvalho, Bocchi e Guimarães, 2009). O treinamento aeróbio foi efetuado de forma intervalada, o qual consistiu em dividir o tempo total em blocos de exercícios de média/alta intensidade,

intercalados com períodos iguais de exercícios calistênicos de baixa intensidade (Vogiatzis, Nanas e Roussos, 2002).

A duração do condicionamento aeróbio foi iniciada com oito sessões de 20 min, progredindo para oito sessões de 30 min e concluíram com oito sessões de 40 min (ACSM, 1998; Niciet al., 2006). No treinamento de média/alta intensidade, a progressão dos exercícios foi efetuada aumentando-se a velocidade e resistência, utilizando-se equipamentos aquáticos como halteres, bolas, flutuadores etc.



Figura 3: Ilustração do paciente realizando condicionamento físico aquático.



Figura 4: Ilustração do paciente realizando condicionamento físico aquático.

c) Desaquecimento: foram realizados alongamentos, exercícios respiratórios e de relaxamento, com duração aproximada de 10 minutos (Figura 5).



Figura 5: Ilustração do paciente realizando desaquecimento.

Os tipos de exercícios aquáticos foram realizados com base em um protocolo previamente descrito (Kim et al., 2010), no entanto adaptado as condições dos pacientes quando necessário (Anexo 4). Durante todas as sessões, os pacientes foram orientados a realizar respirações com freno-labial. Durante o protocolo de treinamento físico, oxigênio suplementar foi utilizado (Figura 6) nos que apresentaram níveis de SpO₂ abaixo de 90% (Borghini-Silva et al., 2010; Moga et al., 2012).



Figura 6: Ilustração do treinamento físico aquático com suplementação de oxigênio.

Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi usado para verificar a distribuição dos dados, tendo a amostra apresentado normalidade para todas as variáveis. Assim, para a análise de significância intra-grupos, foi utilizado o Teste *t* de *Student* pareado, e para a análise inter-grupos, o Teste *t* de *Student* não pareado.

Para a análise da relação entre as variáveis, utilizou-se o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, sendo adotados os graus de correlação propostos por Callegari–Jacques (2006), que considera nula quando o índice de correlação (r) for igual a zero (0), fraca quando estiver entre 0 e 0,3, regular entre 0,3 e 0,6, forte entre 0,6 e 0,9, muito forte entre 0,9 e 1, e perfeita ou plena quando for igual a 1.

Os dados foram expressos em média e desvio padrão, sendo o nível de significância de 5%. Para a análise foi utilizado o aplicativo “Bioestat 5.0”.

Além do Teste t , a possível influência do treinamento foi testada utilizando uma medida do efeito (*effect size*) para comparar o grupo treinado com o grupo controle. Para isso foi utilizado o método Cohen’s d pooled. Esta análise foi realizada pelo aplicativo “Effect Size Generator”, versão 2.3 (Swinburne University of Technology, Center for Neuropsychology, Melbourne, Austrália). Os resultados foram interpretados de acordo com os propostos Cohen (1988), sendo considerado um valor inferior a 0,3 como pequeno efeito, entre 0,4 e 0,7, médio, e a partir de 0,8 um grande efeito.

4. RESULTADOS

Na Tabela 1 estão dispostos os valores referentes à idade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC), tempo de tabagismo, PAS, PAD, FC, valores espirométricos (CVF, VEF₁, VEF₁/CVF) em valores absolutos e em percentual do previsto, e medicações em uso, dos voluntários de ambos os grupos.

Pode-se observar que as variáveis estudadas não apresentaram diferença estatisticamente significativa na comparação intergrupos, demonstrando homogeneidade da amostra.

Observa-se também que a PAS e PAD encontravam-se dentro da faixa de normalidade (VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, 2010).

Tabela 1. Idade, características antropométricas, tabagismo, escore MRC, variáveis cardiovasculares de repouso, e dados espirométricos, apresentados em média e desvio-padrão dos grupos controle (GC) e treinado (GT) antes do treinamento.

Variáveis	GC (n=8)	GT (n=8)
Idade (anos)	66,4 ±9,8	63,7±4,1
Massa corporal (kg)	74,5 ±19	68,5±9,1
Estatura (m)	1,7±0,04	1,6±0,08
IMC (kg/m ²)	27,03 ± 5,9	24,2±2,8
Tempo de tabagismo (anos)	35,6 ±13	44,1±10,2
Escore MRC	3,5±0,9	3,0±1,0
PAS (mmHg)	125 ±14,1	127,2±9,7
PAD (mmHg)	78,8±11,3	80,0±8,0
FC (bpm)	92,8±15,1	85,0±0,9
IPAQ	IA	IA
Espirometria		
CVF (L)	2,1±0,7	2,5±1,0
CVF (%)	56,8±14,4	64±17,2
VEF ₁ (L)	1,3±0,9	1,4±0,9
VEF ₁ (%)	46±26,5	44,6±23,2
CVF/VEF ₁	0,6±0,2	0,5±0,2
VEF ₁ /CVF (%)	73,3±27,5	66,1±21,6
GOLD I/II/III/IV	2/2/3/1	3/1/3/1

IMC: índice de Massa Corporal; MRC: escala *Medical Research Council*; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*; IA: Insuficientemente ativos; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; GOLD: - *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*.

Os resultados da análise das pressões respiratórias máximas estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que não houve diferença entre os grupos referente aos valores obtidos da P_lmáx no período pré intervenção. Tanto para o GC quanto para o GT, os valores obtidos da P_lmáx mostraram-se inferiores aos valores preditos. Entretanto, para a P_Emáx, os valores foram

similares. Para o GT, após o período de intervenção, houve diferença significativa para a PImáx e para a PEmáx, quando comparados aos valores da condição pré treinamento. Já o GC não mostrou diferença significativa entre as duas condições. A comparação entre os grupos na condição pós treinamento, tanto a PImáx quanto a PEmáx obtidas pelo GT foram superiores ao GC na mesma condição.

Tabela 2. Valores preditos e obtidos das pressões respiratórias máximas nas condições pré e pós treinamento, dos grupos controle (GC) e treinado (GT). Valores expressos em média e desvio padrão.

cmH ₂ O	GC Pré	GC Pós	GT Pré	GT Pós
PImáx predita	102,2±7,8	---	102,9±5,0	---
PImáx obtida	55±26 [†]	53,8±22	75±18,3 [†]	84,4±20,6 ^{*#}
PEmáx predita	111,5±8,0	---	112,2±5,1	---
PEmáx obtida	114,4±48	108,1±46,4	141,3±36,7	157,5±39,4 ^{*#}

*p<0,05: GT Pré vs. GT Pós; #p<0,05: GC Pós vs. GT Pós; †p<0,05: valores preditos vs. valores obtidos. PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima.

Para analisar a relação entre as pressões respiratórias máximas e a distância percorrida no TC6', fez-se o agrupamento dos voluntários do GT e GC, utilizando-se os valores das condições pré e pós treinamento, e observou-se correlação positiva e significativa, tanto para a PImáx quanto para a PEmáx, indicando um grau de dependência dessas variáveis com a distância percorrida no TC6' (Figuras 7 e 8).

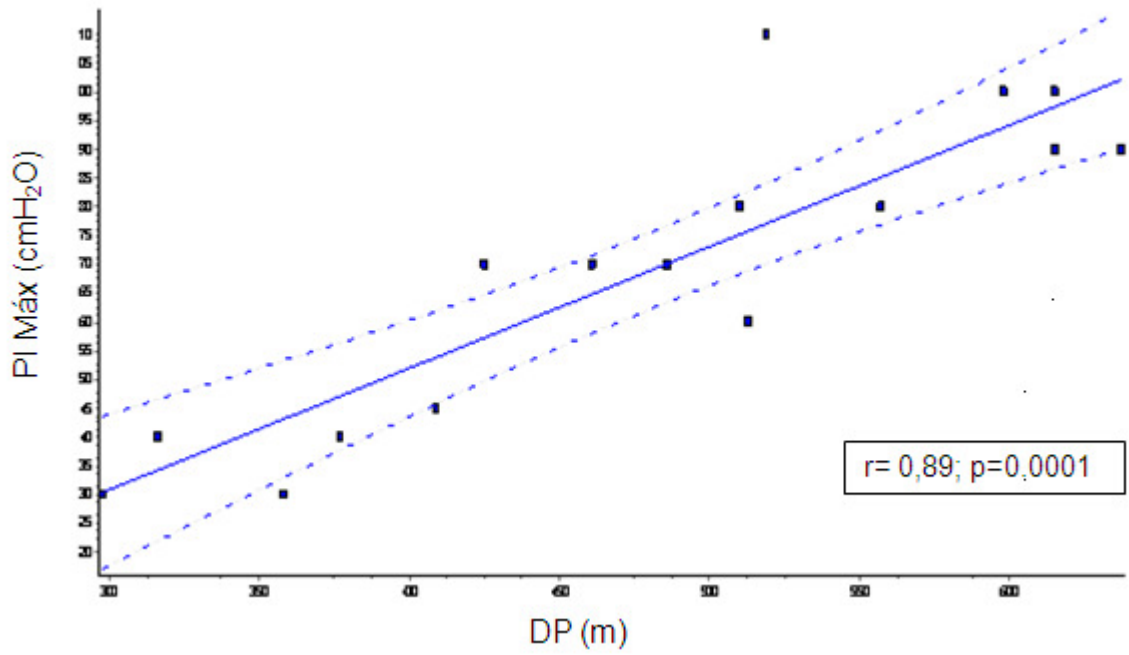


Figura 7. Correlação entre a pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e a distância percorrida(DP) no teste de caminhada dos 6 minutos, referente ao agrupamento dos 16 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ($r=0,89$; $p=0,0001$).

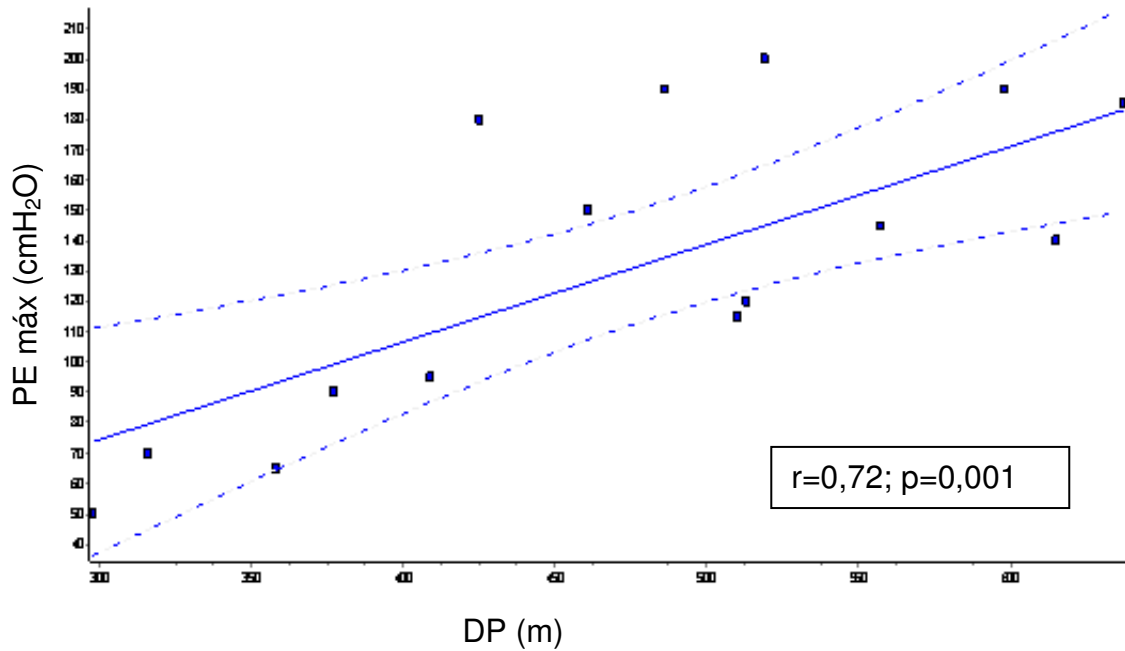


Figura 8. Correlação entre a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) e a distância percorrida(DP) no teste de caminhada dos 6 minutos, referente ao agrupamento dos 16 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ($r=0,72$; $p=0,001$).

Os resultados da análise da mobilidade toracoabdominal estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que no GT, os valores obtidos após o protocolo de treinamento, nos níveis axilar e abdominal, foram superiores aos obtidos na condição pré treinamento, entretanto, para o GC não houve diferença significativa em nenhum dos níveis. Na comparação entre os grupos, os valores obtidos pelo GT, no nível axilar, na condição pós-treinamento, apresentou maiores valores que o GC.

Tabela 3. Valores obtidos pela cirtometria, nas condições pré e pós-treinamento, dos grupos controle (GC) e treinado (GT). Valores apresentados em média e desvio padrão.

	GC		GT	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Axilar (cm)	5±1,3	5,6±1,3	5,9±2,2	7,8±1,4 ^{*†}
Xifoideana (cm)	4±1,9	3,8±1,5	4,9±1,9	5±1,9
Abdominal (cm)	2,5±1,7	2,8±1,1	1,1±0,7	3,8±2,5 [*]

*p<0,05: GT Pré vs. GT Pós; †p<0,05: GC Pós vs. GT Pós

Para analisar se a mobilidade toracoabdominal tem relação com a distância percorrida no TC6', realizou-se o delta dos valores das condições pré e pós treinamento dos GC e GT, das variáveis de cirtometria e distância percorrida. Observou-se uma correlação positiva e significativa nos níveis axilar e xifoideano, indicando um grau de dependência entre elas. Já a variável abdominal não apresentou correlação significativa (Figuras 9, 10 e 11).

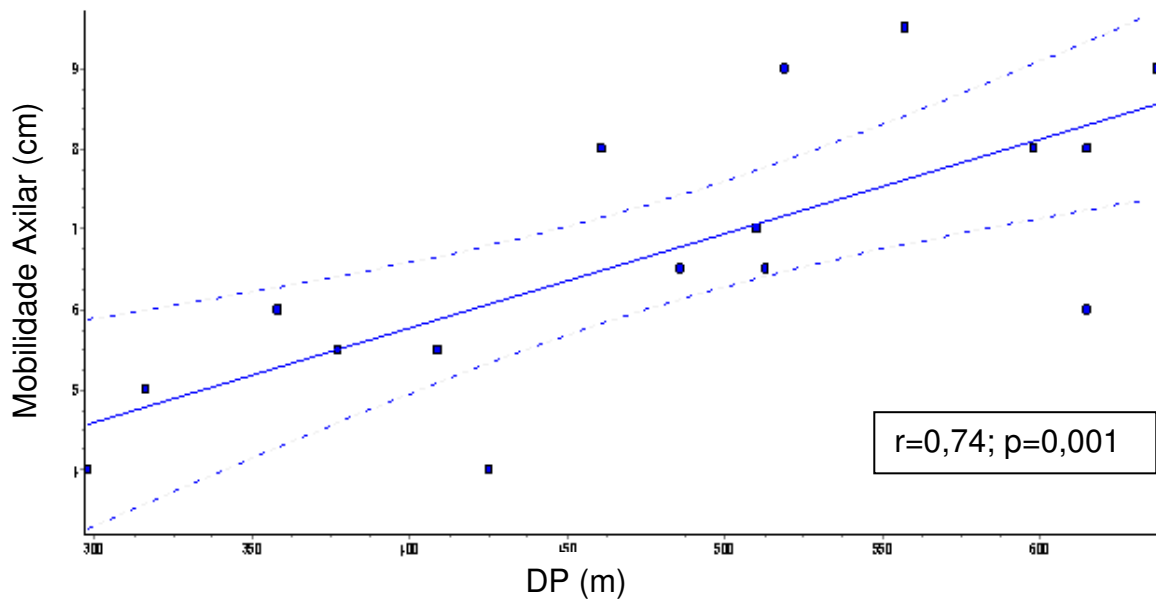


Figura 9. Correlação entre a mobilidade axilar e a distância percorrida (DP) no teste de caminhada dos 6 minutos, referente ao agrupamento dos 16 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ($r=0,74; p=0,001$).

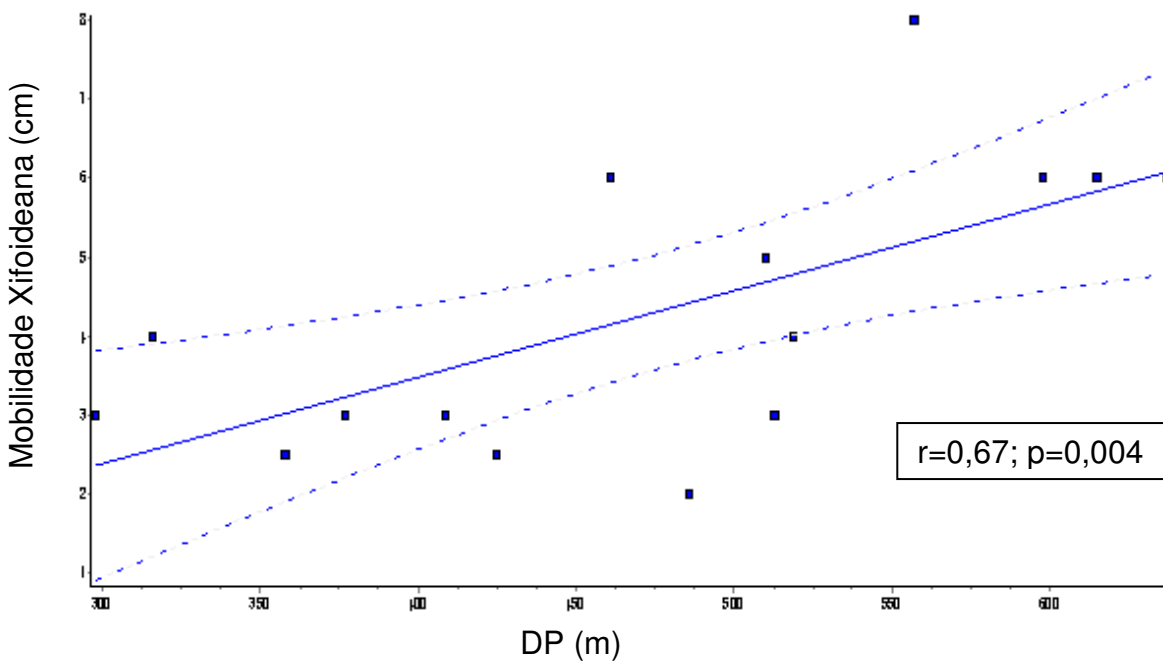


Figura 10. Correlação entre a mobilidade xifoideana e a distância percorrida (DP) no teste da caminhada dos 6 minutos, referente ao agrupamento dos 16 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ($r=0,67; p=0,004$).

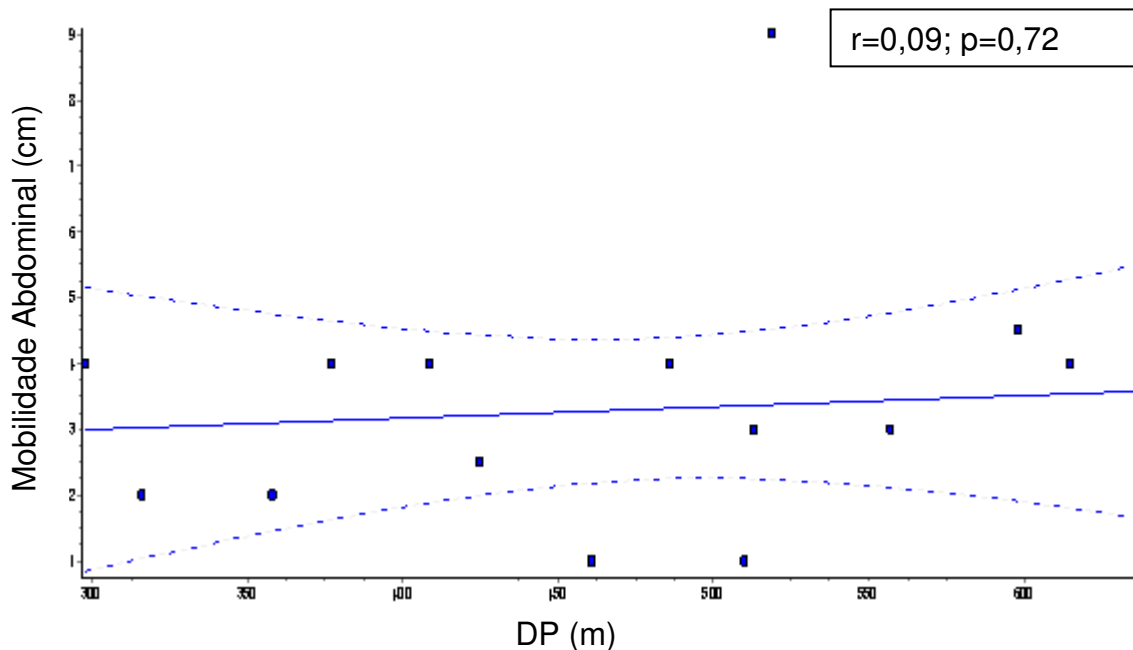


Figura11. Correlação entre a mobilidade abdominal e a distância percorrida (DP) no teste da caminhada dos 6 minutos, referente ao agrupamento dos 16 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ($r=0,09$; $p=0,72$).

Na Tabela 4 estão apresentados os valores da distância percorrida no TC6'. Verifica-se que não houve diferença significativa quando comparadas as condições pré e pós treinamento do GC. No entanto, observa-se um aumento significativo para o GT. Já na comparação entre os grupos, o GT na condição pós treinamento apresentou maiores valores que o GC.

Tabela 4. Valores obtidos da distância percorrida no teste da caminhada dos 6 minutos, nas condições pré e pós treinamento, dos grupos controle (GC) e treinado (GT). Valores em média e desvio padrão.

	GC		GT	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Distância percorrida(m)	427,9±102,6	420,4±106,8	466,1±74,4	541,4±75,7*†

$p<0,05$: GT Pré vs. GT Pós; † $p<0,05$: GC Pós vs. GT Pós.

Na Tabela 5 estão apresentados os valores obtidos pela escala de dispneia *Medical Research Council* (MRC). Verifica-se que não houve diferença significativa quando comparadas as condições pré e pós treinamento do GC. No entanto, observa-se diminuição significativa para o GT. Já na comparação entre os grupos, o GT na condição pós treinamento apresentou menores valores que o GC.

Tabela 5. Valores obtidos pela escala de dispneia *Medical Research Council* (MRC), nas condições pré e pós-treinamento, dos grupos controle (GC) e treinado (GT). Valores em média e desvio padrão.

GC		GT	
Pré	Pós	Pré	Pós
3.5±0.9	3.3±0.7	3.1±1	1.9±0.8*†

*p<0,05: GT Pré vs. GT Pós; †p<0,05: GC Pós vs. GT Pós.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores obtidos pela escala de Borg dispneia, ao final do TC6'. Observa-se que não houve diferença quando comparado os períodos pré e pós treinamento do GC. Já para o GT houve uma diminuição significativa dos valores após o período do treinamento. Na comparação entre os grupos, o GT apresentou valores menores do que o GC na condição pós-treinamento.

Tabela 6. Valores obtidos ao final do teste da caminhada dos 6 minutos, pela escala de Borg (dispneia), nas condições pré e pós-treinamento, dos grupos controle (GC) e treinado (GT). Valores em média e desvio padrão.

GC		GT	
Pré	Pós	Pré	Pós
6,12±1,45	4,87±1,72	5,62±0,74	3,50±0,53*†

*p<0,05: GT Pré vs. GT Pós; †p<0,05: GC Pós vs. GT Pós.

Para analisar se a distância percorrida tem relação com percepção subjetiva de dispneia pela escala de Borg ao final do TC6', utilizou-se o delta dos valores das condições pré e pós-treinamento, dos GC e GT, e observou-se correlação negativa e significativa entre as mesmas (Figura 12).

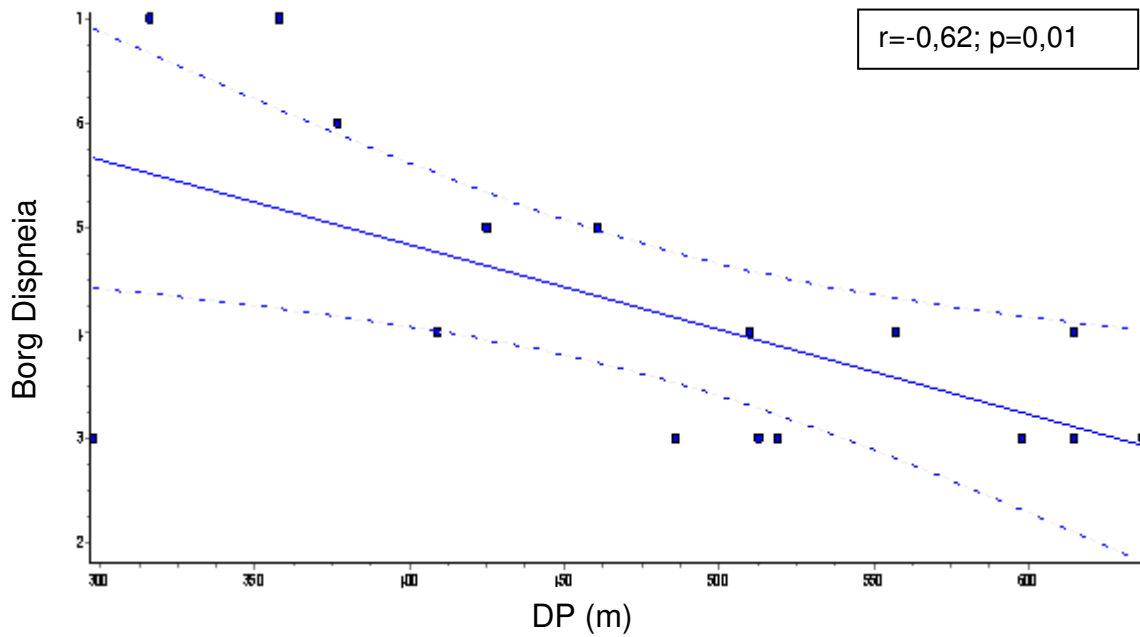


Figura 12. Correlação entre os valores da escala de Borg dispneia e a distância percorrida (DP) ao final do teste de caminhada dos 6 minutos, referente ao agrupamento dos 16 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ($r=-0,62$; $p=0,01$).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que o programa de treinamento físico aquático de moderada/alta intensidade foi capaz de produzir modificações significativas sobre a força da musculatura respiratória, a mobilidade toracoabdominal, a dispneia e a capacidade funcional de pacientes com DPOC.

Estes achados são relevantes, uma vez que a dispneia é uma queixa comum dos pacientes com DPOC, e que a mesma está relacionada com grave limitação da capacidade funcional e para o desenvolvimento de atividades físicas, uma vez que a redução da distância percorrida no TC6', associa-se com mortalidade e redução da qualidade de vida nessa população (Dourado et al., 2004; Celli, 2010).

Os valores das pressões respiratórias máximas aumentaram no GT e se mantiveram inalterados no GC, sugerindo que os músculos ventilatórios foram suficientemente sobrecarregados durante o treinamento, sendo induzidos a adaptações funcionais e estruturais (O'Donnell et al., 1998). No estudo de Terzano et al. (2008) os autores encontraram associação entre grau de obstrução e diminuição das pressões respiratórias em pacientes com DPOC, sendo que a $P_{\text{Imáx}}$ já estava diminuída nos pacientes com grau de obstrução leve, sugerindo que a avaliação da musculatura respiratória periodicamente é importante para se monitorar a severidade da doença.

Durante a prática de exercícios físicos ocorre recrutamento da musculatura expiratória em pacientes com DPOC (Martinez et al., 1990; Ninane et al., 1992). De acordo com O'Donnell et al. (1998), a força dos músculos expiratórios aumenta em paralelo a musculatura inspiratória. Apesar dos músculos expiratórios utilizarem uma fração menor de sua capacidade máxima

de produzir força em relação aos músculos inspiratórios, os resultados sugerem que a atividade muscular expiratória repetitiva no momento do exercício pode aumentar a força desses músculos após um período de treinamento.

Sarmiento et al. (2002) realizaram um treino específico da musculatura inspiratória com frequência de cinco dias por semana, em cinco semanas consecutivas, e encontraram na reavaliação, aumento no número de fibras do tipo I e aumento no tamanho das fibras do tipo II dos músculos intercostais externos, demonstrando a capacidade de adaptação estrutural da musculatura respiratória do paciente com DPOC após o protocolo de treinamento.

O aumento da força muscular respiratória observada após o treinamento aquático, também pode estar relacionada aos efeitos fisiológicos induzidos pela imersão do corpo na água, principalmente no que se refere a pressão hidrostática, a qual promove compressão da caixa torácica e abdome, fazendo que haja um deslocamento cranial do diafragma, aumentando assim a pressão intratorácica, mudando o ritmo respiratório, com conseqüente aumento do trabalho respiratório em 65% (Caromano e Candeloro, 2001; Carregaro e Toledo, 2008).

Em relação à cirtometria, esta tem sido utilizada não somente para mensurar a mobilidade da parede torácica, mas também para detectar possíveis adaptações após programas de reabilitação (Paulin, Brunetto e Carvalho, 2003; Malaguetiet al., 2009). Na presente investigação, após o período de treinamento físico aeróbio aquático, os resultados mostraram aumento da mobilidade torácica nas regiões axilar e abdominal do GT.

Paulin et al. (2003) e Rodrigues et al.(2012) realizaram estudos envolvendo programas de atividades direcionadas ao aumento da mobilidade toracoabdominal de pacientes com DPOC. Paulin et al. (2003) encontraram aumento na mobilidade da região torácica, já Rodrigues et al. (2012) encontraram aumento na mobilidade torácica inferior e abdominal, após os programas propostos, mostrando resposta positiva frente ao treinamento, no entanto, nenhum dos programas relaciona-se com treinamento aquático.

Kakizaki et al. (1999) e Cunha et al. (2005), investigaram o efeito de um programa de alongamento sobre musculatura respiratória de pacientes com DPOC e verificaram que após quatro semanas de intervenção, os voluntários apresentaram aumento da mobilidade torácica e do volume corrente e diminuição da dispneia, entretanto, apesar dos efeitos benéficos encontrados, o protocolo utilizado pelos autores se diferencia da presente investigação, inviabilizando a comparação entre os mesmos.

Em virtude da escassez de estudos avaliando a mobilidade toracoabdominal de pacientes com DPOC submetidos a treinamento físico aquático, hipotetizamos que a melhora observada no GT pode se relacionar além dos efeitos benéficos da realização de exercícios físicos, relaciona-se também aos efeitos fisiológicos da imersão do corpo na água. Em virtude da compressão torácica sofrida pela pressão hidrostática, ocorre redução do volume de reserva expiratório e da capacidade vital, acarretando em redução dos diâmetros da caixa torácica (Caromano e Candeloro, 2001). Efeito este, que repetido pelas sessões de treinamento, pode ter favorecido o aumento da mobilidade toracoabdominal.

Evidências apontam para uma avaliação multidimensional e não apenas da função respiratória, para se analisar o prejuízo sistêmico da doença, como na tolerância aos esforços. Observam-se mudanças na musculatura esquelética de pacientes com DPOC, havendo predomínio de fibras glicolíticas e atrofia muscular (Gosker et al., 2002; Celli et al., 2004; Allaire et al., 2004). Essas alterações levam os pacientes a utilizarem o mecanismo anaeróbio precocemente, gerando acúmulo de lactato, menor resistência a fadiga em membros inferiores, e menor tolerância aos esforços (Couillard et al., 2003; Vogiatzis et al., 2005).

Além do aumento significativo nos valores das pressões respiratórias máximas e na mobilidade toracoabdominal, o treinamento físico aeróbio aquático proposto no presente estudo, foi capaz de gerar incrementos significativos na capacidade funcional do GT, avaliada pela distância percorrida no TC6'.

Na análise das mudanças da distância percorrida no TC6' antes e após o programa de treinamento, além da diferença estatística, adotou-se a diferença mínima clinicamente importante (DMCI), recentemente publicada por Puhan et al., (2011), sendo sugerido pelos autores uma DMCI maior que 26 ± 2 metros e/ou maior que 10%. No GT verificamos que entre o pré e pós treinamento houve aumento de 75,3 metros, representando 14%, já no GC não foram verificadas diferenças significativas. Assim, observa-se que a intervenção do presente estudo promoveu uma DMCI, enfatizando a importância da reabilitação aquática para esses pacientes.

O exercício aeróbio é recomendado para pacientes com DPOC, devendo ser iniciado independente do estágio da doença (GOLD, 2011). Esse tipo de

treinamento promove adaptações no organismo, as quais podem ser intensificadas quando realizados conjuntamente com os benefícios dos princípios físicos da água, como a pressão hidrostática e o empuxo, os quais oferecem resistência constante ao movimento (Tomas-Caruset al., 2009; Becker, 2009). Algumas possíveis justificativas para o aumento da capacidade funcional nos pacientes do presente estudo, podem se relacionar com a ação da pressão hidrostática no aumento do estímulo da produção de enzimas oxidativas mitocondriais, e ao aumento da capilarização dos músculos treinados (Bromanet al., 2006).

No presente estudo, optou-se pelo protocolo de treinamento intervalado em virtude dos indivíduos com DPOC apresentarem dificuldade em tolerar exercícios contínuos devido às alterações causadas pela doença. Pesquisas apontam que tanto o treinamento intervalado quanto o contínuo, induzem a respostas benéficas (Vogiatzis et al., 2002; Vogiatzis et al., 2005; Varga et al., 2007). Nasis et al. (2009) compararam os efeitos do treinamento intervalado e contínuo em pacientes com DPOC, e encontraram como resposta que ambos são efetivos, promovendo a melhora significativa no índice BODE, na dispneia avaliada pela escala *Medical Council Research (MRC)* e no TC6'. Entretanto, em relação ao TC6', houve uma melhora clinicamente importante apenas para aqueles que realizaram o treinamento intervalado, possivelmente por se exercitarem de maneira mais confortável, com menor sensação de dispneia e desconforto em membros inferiores.

Sabendo que a dispneia é uma queixa frequente dos pacientes com DPOC, e que a mesma tem como consequência uma grave limitação para o desenvolvimento de atividades físicas, ocasionando piora da capacidade

funcional, o presente estudo verificou se o programa de treinamento proposto teria influência sobre este sintoma. Para isto foi utilizada a escala de dispneia MRC e escala de Borg. Os resultados mostraram diminuição significativa da sensação de dispneia após o protocolo proposto. Esses achados possivelmente se justificam pela melhora da coordenação dos músculos participantes dos exercícios propostos, além de adaptações metabólicas (Velloso e Jardim, 2006).

A pressão hidrostática também se relaciona à diminuição da sensação da dispneia, pois ajusta a posição diafragmática para um nível mais elevado e mecanicamente eficiente, funcionando como uma carga para a constrição deste músculo durante a inspiração, acarretando em exercício diafragmático. Também auxilia diminuição do espaço morto. Além disso, expiração com o tórax imerso em água pode aumentar a pressão do trato respiratório para evitar o colapso de pequenas vias aéreas. Com a diminuição do VR e do aprisionamento de ar durante a imersão em água, possibilita-se uma redução na sensação de dispneia facilitando a realização de exercícios físicos (Agostoni et al., 1966; Hall et al., 1990; Kurabayashi et al., 1998; Anstey e Roskell, 2000; Wadell et al., 2004; Thomaz et al., 2005; Becker, 2009).

O *guideline evidence-base clinical rehabilitation* (2007) afirma que o treinamento combinando exercícios para membros inferiores e membros superiores pode reduzir os números da escala de Borg para percepção de dispneia. Além disso, outros estudos apontam que o treinamento físico pode melhorar a sensação de dispneia relatada pelos pacientes (Goldstein e Laçasse, 1998; Paz-Díaz 2005).

No estudo de Cortopassi et al.(2009), os autores encontraram associação entre a melhora da força muscular respiratória e redução nos valores da percepção da dispneia nos testes incremental e de *endurance*, no entanto, em relação ao TC6', os pesquisadores não encontraram melhora na distância percorrida mesmo após a realização de 24 sessões no programa de reabilitação, o que é discordante dos resultados da presente investigação.

Os resultados de um trabalho realizado por Alternburg et al. (2011), sugerem que um pior estado funcional do paciente antes de se realizar o programa de reabilitação pode promover uma melhora mais significativa na capacidade funcional após o treinamento. Eles encontraram que um menor VEF₁ está associado com uma melhora significativa na capacidade de realização de exercícios.

Em um estudo verificando a viabilidade e aceitação da água como local de realização de exercícios para pacientes com DPOC, os resultados mostraram que todos os pacientes que frequentaram as sessões avaliaram o programa como bom e muito bom. Além disso, outro achado importante foi a melhora nos scores de dispneia, no teste de caminhada, e no nível de socialização desses pacientes (Rae e White, 2009).

Araujo et al. (2012) propuseram um programa de treinamento aeróbio aquático de baixa intensidade, e também encontraram resultados positivos com relação as variáveis respiratórias e capacidade funcional de pacientes com DPOC, o que é concordante com os resultados da presente investigação, no entanto, o treinamento proposto, foi de moderada/alta intensidade.

Além dos benefícios físicos demonstrados na literatura, existem apontamentos de que a hidroterapia faz com que se aumente a adesão ao

programa de reabilitação, já que os pacientes com perfil depressivo se sentem melhores realizando movimentos que não imaginavam que conseguiriam, e muitas vezes vencem suas limitações (Severino et al., 2007).

6.CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que 24 sessões de treinamento físico aeróbio aquático em pacientes com DPOC promoveram aumento nos valores das pressões respiratórias máximas, da cirtometria toracoabdominal, da distância percorrida no TC6', e redução nos índices da escala MRC e de Borg, sugerindo efeitos benéficos sobre a força muscular respiratória, a mobilidade toracoabdominal, a capacidade funcional e a dispneia de pacientes com DPOC.

7. REFERÊNCIAS¹

ACSM American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30(6): 975–991.

Agostoni E, Gurtner G, Torri G, et al: Respiratory mechanics during submersion and negative-pressure breathing. *J Appl Physiol.* 1966; 21:251-8.

Agusti AGN, Noguera A, Sauleda J, Sala E, Pons J, Busquets X. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2003; 21: 347–360.

Allaire J, Maltais F, Doyon J-F, Noel M, LeBlanc, P, et al. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD. *Thorax.* 2004; 59: 673-678.

[Altenburg WA](#), [de Greef MH](#), [ten Hacken NH](#), [Wempe JB](#). A better response in exercise capacity after pulmonary rehabilitation in more severe COPD patients. [Respir Med.](#) 2012; 106 (5): 694-700.

American Thoracic Society, Pulmonary Rehabilitation. [Am J Respir Crit Care Med.](#) 1999; 159:1666-1682.

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166(1): 111-117

American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS). Task Force: standardization of lung function testing. STANDARDISATION OF SPIROMETRY. *Eur Resp J.* 2005; 26(2): 319-338.

Anstey KH, Roskell C. Hydrotherapy: Detrimental or beneficial to the respiratory system? *Physiotherapy.* 2000; 86(1): 5-13.

Araujo Z, de Souto T, Nogueira PAMS, Cabral EEA, Santos LP, Silva IS, Ferreira GMH. Effectiveness of low-intensity aquatic exercise on COPD: A randomized clinical trial. *Respiratory Medicine*, 2012; 106 (11): 1535-1543.

Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R.* 2009; 1(9): 859-872.

Black FL, Hyatt, ER. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Ver Respir Dis.* 1969; 99 (5): 696-702.

¹Baseadas nas normas do *International Committee of Medical Journal Editors* – Grupo de Vancouver; 2005. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Borghesi-Silva A, Mendes RG, Toledo AC, Sampaio LMM, Silva TP, Kunikushita LN, et al. Adjuncts to physical training of patients with severe COPD: oxygen or noninvasive ventilation? *Respir Care*. 2010; 55(7): 885-894.

Broman G, Quintana M, Lindberg T, Jansson E, Kaijser L. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 98: 117-123.

Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: princípios e aplicações práticas. Cap 10: Correlação Linear Simples, p 90. Artmed, 2006. 255 p.

Caromano FA, Candeloro JM. Fundamentos da hidroterapia para idosos. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 2001, 5 (2): 187-195.

Carregaro RL, Toledo AM. Efeitos fisiológicos e evidências científicas da eficácia da fisioterapia aquática. *Revista Movimenta*. 2008; 1 (1): 23-27.

Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. The borg scale as an important tool of self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy - a randomized blinded controlled Trial. *Circ J*. 2009; 73: 1871-1876.

Casanova C, Cote C, Marin JM, Pinto-Plata V, Torres JP, Aguirre-Jaíme A, Vassaux C, Celli BR. Distance and Oxygen Desaturation During the 6-min Walk Test as Predictors of Long-term Mortality in Patients With COPD. *Chest*. 2008; 134 (4): 746-752.

Celli BR, Cote CG, Marin JM, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *NEJM*. 2004; 350 (10): 1005-1012.

Celli BR. Predictors of mortality in COPD. *Respir Med*. 2010; 104(6): 773-9.

Chu KS, Rhodes EC. Physiological and cardiovascular changes associated with deep water running in the young. Possible implications for the elderly. *Sports Med*. 2001; 31(1): 33-46.

Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates; 1988.

Couillard A, Maltais F, Saey D, Debigaré R, et al. Exercise induced quadriceps oxidative stress and peripheral muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 167: 1664-1669.

[Cortopassi F](#), [Castro AA](#), [Porto EF](#), [Colucci M](#), [Fonseca G](#), [Torre-Bouscoulet](#)

[L](#), [Iamonti V](#), [Jardim JR](#). Comprehensive exercise training improves ventilatory muscle function and reduces dyspnea perception in patients with COPD. [Monaldi Arch Chest Dis](#). 2009; 71 (3):106-112.

Cunha APN, Marinho PEM, Silva TNS, França EET, Amorim C, Galindo-Filho VC. et al. Efeito do alongamento sobre a atividade dos músculos inspiratórios na DPOC. *Saúde em Revista*. 2005; 7(17): 13-19.

Dourado VZ, Antunes LCO, Carvalho LR, Godoy I. Influência de características gerais na qualidade de vida de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2004; 30(3): 207-214.

Dourado V Z, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2006; 32 (2):161-171.

Emtner M, Finne M, Stalenheim G. High-intensity physical training in adults with asthma. A comparison between training on land and in water. *Scand J Rehabil Med*. 1998; 30 (4) 201-209.

Eversden L, Maggs F, Nightingale P, Jobanputra P. A pragmatic randomized controlled trial of hydrotherapy and land exercises on overall well being and quality of life in rheumatoid arthritis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007; 8 (23):

Global Initiative for chronic obstructive lung disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD. 2011.

Goldstein RS, Lacasse Y. Elements in the design of rehabilitation efficacy in chronic obstructive pulmonary disease. *Monaldi Arch Chest Dis*. 1998; 53: 460-465.

Gosker HR, Van Maneren H, Van Dijk PJ, Engelen MPKJ, et al. Skeletal muscle fibre-type shifting and metabolic profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2002; 19: 617-625.

Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000; 20: 353-360.

Gowans SE, de Hueck A. Pool exercise for individuals with fibromyalgia. *Curr Opin Rheumatol*. 2007; 19(2): 168-173.

Graef FI, Krueel FM. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício-uma revisão. *Rev Bras Med Esporte*. 2006; 12(4): 221-228

Hall J, Bisson D, O'Hare P. The physiology of immersion. *Physiotherapy*. 1990; 76(9): 517-521.

Hernandes NA, Wouters EFM, Meijer K, Annegarn J, Pitta F, Spruit MA. Reproducibility of 6-minute walking test in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2011; 38(2): 261-267.

Horowitz MB, Littenberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest*. 1996; 109(5): 1169-1175.

Jardim J, Oliveira J, Nascimento O. II Consenso Brasileiro de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). *J Pneumol*. 2004; 30: S1-S42.

Jenkins SC. 6-Minute walk test in patients with COPD: clinical applications in pulmonary rehabilitation. *Physiotherapy*. 2007; 93 (3) 175-182.

Kakizaki F, Shibuya M, Yamazaki T, Yamada M, Suzuki H, Homma I. Preliminary report on the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care*. 1999; 44: 409-414.

Kim IS, Chung SH, Park YJ, Kang HY. The effectiveness of an aquarobic exercise program for patients with osteoarthritis. *Appl Nurs Res*. In press 2010.

Kurabayashi H, Machida I, Handa H, Akiba T, Kubota K. Comparison of three protocols for breathing exercises during immersion in 38°C water for chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Phys Med Rehabil*. 1998; 77: 145-148.

Levine S, Kaiser L, Leferovich J, Tikunov B. Cellular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive Pulmonary disease. *The New England Journal of Medicine*. 1997; 337 (25):1799-1806.

Luce J M, Culver BH. Respiratory muscle function in health and disease. *Chest*. 1982; 81 (1):82-90.

Malaguti C, Rondelli RR, Souza LM, Domingues M, Dal Corso S. Reliability of chest wall mobility and its correlation with pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Care*. 2009; 54(12): 1703-1711.

[Martinez FJ](#), [Couser JI](#), [Celli BR](#). Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patients with chronic airflow obstruction. [Am Rev Respir Dis](#). 1990; 142(2):276-82.

McConnell A K, Romer LM. Dyspnoea in Health and Obstructive Pulmonary Disease: The Role of Respiratory Muscle Function and Training. *Sports Med*. 2004; 34 (2): 117-132.

McNamara R J, Alison JA, McKeough ZJ. Water-based exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Physical Therapy Reviews*. 2011; 16(1): 25-30.

Moga AM, Marchie M, Saey D, Spahija J. Mechanisms of non-pharmacologic adjunct therapies used during exercise in COPD. *Resp Med*. 2012; 106(5): 614-626.

Moreno MA, Zamunér AR, Paris JV, et al. Effects of Wheelchair Sports on Respiratory Muscle Strength and Thoracic Mobility of Individuals with Spinal Cord Injury. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012; 91(4).

Nasis L, Vogiatzis L, Stratakos G, Athanasopoulos D, et al. Effects of interval-load versus constant-load training on the BODE index in COPD patients. *Resp Med*. 2009; 103: 1392-1398.

Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999; 32 (6) 719-727.

Nici L, et al. ATS/ERS. Statement on Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006; 173: 1390-1413.

Ninane V, [Rypens F](#), [Yernault JC](#), [Troyer A](#). Abdominal Muscle use during Breathing in Patients with Chronic Airflow Obstruction. *Am J Respir Crit Care Med*. 1992; 146 (1): 116-121.

[O'Donnell DE](#), [McGuire M](#), [Samis L](#), [Webb KA](#). The impact of exercise reconditioning on breathlessness in severe chronic airflow limitation. [Am J Respir Crit Care Med](#). 1995; 52: 2005-2013.

[O'Donnell DE](#), [McGuire M](#), [Samis L](#), [Webb KA](#). General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. [Am J Respir Crit Care Med](#). **1998**; 157 (5):1489-1497.

Orozco-Levi M, Gea J, Lloreta JL. et al. Subcellular adaptation of the human diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal*. 1999; 13 (2): 371-378.

Orozco-Levi, M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? *Eur Respir J*. 2003; 22 (46):41-51.

Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionados ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Pneumol*. 2003; 29 (5): 287-294.

Paz-Díaz H, Montes de Oca M, López JM, Celli BR. Pulmonary Rehabilitation Improves Depression, Anxiety, Dyspnea and Health Status in Patients with

COPD. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2007; 86(1): 30-36.

Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. J Pneumol. 2007; 33 (94): 10-19.

Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. Eur Respir J. 2004; 23 (1) 28–33.

Puhan MA, Chandra D, Mosenifar Z, Ries A, Make B, Hansel NN, et al. The minimal important difference of exercise tests in severe COPD. Eur Resp J. 2011; 37(4): 784-90.

Rae S, White P. Swimming pool-based exercise as pulmonary rehabilitation for COPD patients in primary care: feasibility and acceptability. *Prim Care Respir J*. 2009;18 (2) 90-94.

Reis, MS, Deus AP, Simões R P, et al. Controle Autonômico da Frequência Cardíaca de Pacientes com Doenças Cardiorrespiratórias Crônicas e Indivíduos Saudáveis em Repouso e Durante a Manobra de Acentuação de Arritmia Sinusal Respiratória. Rev. Bras. Fisioter. 2010; 14 (2): 106-113.

Rochester DF, Braun NMT: Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. Am Ver Respir Dis. 1985; 132: 42-47.

Rodrigues SL, Viegas, CAA, Lima T. Efetividade da reabilitação pulmonar como tratamento coadjuvante da doença pulmonar obstrutiva crônica. J Pneumol. 2002; 28 (2): 65-70.

Rodrigues CP, Alves LA, Matsuo T, Gonçalves CG, Hayashi D. Efeito de um programa de exercícios direcionados à mobilidade torácica na DPOC. Fisioter. Mov. 2012; 25 (2): 343-349.

Sarmiento A R, Orozco-Levi M, Gueli R, et al. Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Structural Adaptation and Physiologic Outcomes. Am J Respir Crit Care Med. 2002; 166 (11):1491-1497.

Severino FG, Morano MTAP, Pinto JMS. Hidroterapia no Tratamento de Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. RBPS. 2007; 20(4): 221-225.

Silva E, Catai AM. Fisioterapia cardiovascular na fase tardia: fase III da reabilitação cardiovascular. In: Marisa de Moraes Regenga. (Org.). Fisioterapia em Cardiologia da UTI à Reabilitação. 1 ed. São Paulo-SP, v. 1, 261-310, 2000.

Souza, RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. J Pneumol. 2002; 28, Supl 3, 155-165.

[Takigawa N](#), [Tada A](#), [Soda R](#), et al. Distance and Oxygen desaturation in 6-min walk test predict prognosis in COPD patients. [Respiratory Medicine](#).2006; 101(3): 561-567.

Terzano C, Ceccarelli D, Conti V, et al. Maximal Respiratory static pressures in patients with different stages of COPD severity. *Respir Res*. 2008; 9(8).

Thomaz S, Beraldo P, Mateus S, Horan T, Leal JC. Effects of partial isothermic immersion on the spirometry parameters of tetraplegic patients. *Chest*. 2005; 128(1): 184-9.

Tomas-Carus P, Gusi N, Hakkinen A, Hakkinen K, Raimundo A, Ortega-Alonso A. Improvements of muscle strength predicted benefits in HRQOL and postural balance in women with fibromyalgia: an 8-month randomized controlled trial. *Rheumatology*. 2009; 48(9): 1147-51.

Varga J, Porszasz J, Boda K, Casaburi R, Somfay A. Supervised high intensity continuous and interval training vs. self-paced training in COPD. *Resp med*. 2007; 101: 2297-2304.

Velloso M, Jardim JR. Functionality of patients with chronic obstructive pulmonary disease: energy conservation techniques. *J Bras Pneumol*. 2006; 32(6): 580-586.

Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Resp J*. 2002; 20: 12-19.

Vogiatzis I, Terzis G, Nanas S, Stratakos G, Simoes DCMS, Georgiadou O, et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest*. 2005; 128(6): 3838-45.

Wadell K, Sundelin G, Henriksson-Lars!én K, Lundgren R. High intensity physical group training in water - an effective training modality for patients with COPD. *Respir Medicine* 2004; 98:428–438.

Wouters, E F M. Local and Systemic Inflammation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am Thorac Soc*. 2005; 2(1): 26–33.

ANEXO 1

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Unimep



CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado “**Efeitos de um programa de treinamento físico aquático sobre variáveis cardiorrespiratórias de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**”, sob o protocolo nº **13/11**, da Pesquisadora Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title “**Effects of aquatic physical training program on cardiorespiratory variables in patients with chronic obstructive pulmonary disease**”, protocol nº **13/11**, by Researcher Profa. Dra. Marlene Aparecida Moreno is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.

Piracicaba, SP, 26 de abril de 2011.

Prof. Rodrigo Batagello
Coordenador CEP - UNIMEP

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA-IPAQ(versão 6)

Nós queremos saber quanto tempo você gasta fazendo atividade física em uma semana NORMAL. Por favor responda cada questão *mesmo* que considere que não seja ativo. Para responder considere as atividades como meio de transporte, no trabalho, exercício e esporte.

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **LEVES** ou **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos, que façam você suar **POUCO** ou aumentam **LEVEMENTE** sua respiração ou batimentos do coração, como nadar, pedalar ou varrer:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

1b. Nos dias em que você faz este tipo de atividade, quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA?**

- (a) _____ horas _____ minutos
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos, que façam você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração, como correr e nadar rápido ou fazer jogging:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA?**

- (a) _____ horas _____ minutos
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO

1a. Atualmente você trabalha ou faz trabalho voluntário fora de sua casa?

Sim () Não ()

1b. Quantos dias de uma semana normal você trabalha?

_____ dias

Durante um dia normal de trabalho, quanto tempo você gasta:

1c . Andando rápido: _____ horas _____ minutos

1d. Fazendo atividades de esforço moderado como subir escadas ou carregar pesos leves: _____ horas _____ minutos

1e. Fazendo atividades vigorosas como trabalho de construção pesada ou trabalhar com enxada, escavar:
____ horas _____ minutos

ATIVIDADE FÍSICA EM CASA

Agora, pensando em todas as atividades que você tem feito em casa durante uma semana normal:

2a . Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades dentro da sua casa por pelo menos 10 minutos de esforço moderado como aspirar, varrer ou esfregar:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA**?
_____ horas _____ minutos

2c. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos de esforço **moderado** como varrer, rastelar, podar:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2d. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta **POR DIA**?
_____ horas _____ minutos

2e. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos de esforço **vigoroso** ou forte como carpir, arar, lavar o quintal:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2f. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta **POR DIA**?
_____ horas _____ min

ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

Agora pense em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar a outro em uma semana normal.

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha de forma rápida por pelo menos 10 minutos para ir de um lugar para outro? (Não inclua as caminhadas por prazer ou exercício)

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder

(c) Não sei responder

3b. Nos dias que você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta caminhando? (Não inclua as caminhadas por prazer ou exercício)

_____ horas _____ minutos

3c. Em quantos dias de uma semana normal você pedala rápido por pelo menos 10 minutos para ir de um lugar para outro? (Não inclua o pedalar por prazer ou exercício)

(a) _____ dias por **SEMANA**

(b) Não quero responder

(c) Não sei responder

3d. Nos dias que você pedala para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta pedalando? (Não inclua o pedalar por prazer ou exercício)

_____ horas _____ min

Pontuação IPAQ: _____

ANEXO 3

Escala de Dispneia *Medical Research Council* (MRC)

Escala de Dispneia *Medical Research Council* (Brasil)

Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validação do *Modified Functional Status and Dyspnea Questionnaire* da escala do *Medical Research Council* para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J Bras Pneumol.* 2008; 34 (12): 1008-1018.

Nome:

1. Só sofre de falta de ar durante exercícios intensos.
2. Sofre de falta de ar quando andando apressadamente ou subindo uma rampa leve.
3. Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade por causa de falta de ar ou tem que parar para respirar mesmo quando andando devagar.
4. Pára para respirar depois de andar menos de 100 metros ou após alguns minutos.
5. Sente tanta falta de ar que não sai mais de casa, ou quando está se vestindo.

ANEXO 4

Protocolo de Exercícios Aquáticos

Kim IS, Chung SH, Park YJ, Kang HY. The effectiveness of an aquarobic exercise program for patients with osteoarthritis. Appl Nurs Res. In press 2010.

Content of the aquarobic exercise program			
Categories	Session composition	Physical fitness factors	Exercise content
Attendance check			
Warmup (10 minutes)	Thermal warm-up	Cardiopulmonary endurance; upper and lower muscle strength	Bounce (front, back, side, twist), ankle reach, twist, knee jogging, knee lift, ski scissors, jumping jacks
	Stretch	General flexibility; cardiopulmonary endurance; muscle strength	Water pull, knee swing, buttock stretch, calf stretch, pectoral stretch
Main exercise (40 minutes)	Cardiopulmonary warmup	Cardiopulmonary endurance; general muscle strength	Bounce, slow kick, kick and hold, kick and twist, kick and tuck, ankle reach, mule kick
	Aerobic		Cardiorespiratory workout (overload exercise): kick (front, twist, back, side), leg curl, jumping jacks, ski, leap, jazz kick, pendulum, wide step, slide step, step and cross, rocking horse Finger, wrist, elbow, arm, shoulder workout: changing direction of palm, changing position of hand (front, back and down), elbow extension and flexion, raising water with both hands, water press, deltoid muscle, pectoralis major, trapezius exercise to use the shoulder joint Toe, foot, ankle, lower legs, hip workout: jogging (narrow, wide, land tempo), hopping (knee swing, kick swing, jazz kick, cancan kick, double kick, knee and back). Jump, jumping jack, ski, twist, log, tuck, hip click Forward running with hands placed onto one another's shoulder, body swing holding both hands, matching, running in line. *Playing ball
	Break time (10 minutes)		*Using exercise swimming bar Jumping jacks, back lunge knee, side lunge knee, lunge cross, ski (half water, land tempo), cycling while holding bong, getting on a swing, riding on bong placed beneath ampits
	Exercise swimming bar (called aqua noodle or aqua bong) made with foam		Raising leg, lifting knee, side step Press, punch, crunch, twist jump and jump kick, cycling while holding bong. Body twist with arms circled behind back *Using ball; pressing and throwing ball, cycling while holding ball, stretching while holding and raising ball
Cool down (10 minutes)	Cardiopulmonary cool down	Abdominal muscle strength endurance	Raising leg to knee, jump, raising arm over shoulder. Inhale with shoulders up, and exhale with shoulders down
	Abdominal respiration and stretch	Reducing heart and respiratory rate	Stretching calf, inner thigh, stretching front thigh and hip. Pulling upper arm across chest and stretching shoulder. Stretching shoulder with upper arm behind the neck, stretching neck, stretching hip joints, Drawing big circles with upper arm *Using bong: drawing a circle with one foot, writing with toe, rotating ankle, stretching the flank while holding bong *Using ball: holding a ball on the head and stretching the flank, turning the trunk while holding ball.
Counseling and experience sharing (20 minutes)		General flexibility; tension relaxation	Share problems with the workout practice, questions and answers about movements that are difficult to perform, counsel problems raised Share experiences

PROTOCOLO ADAPTADO

Aquecimento:

Caminhada (para frente, para o lado e para trás).

Condicionamento:

Adução e abdução do ombro: membros inferiores em extensão e abdução. Realizar adução e abdução do ombro até 90° com cotovelo estendido, associado a prono-supinação de antebraço.

Adução e abdução horizontal do ombro: membros inferiores em extensão e abdução. Realizar adução e abdução horizontal do ombro, com cotovelo estendido, associado a prono-supinação de antebraço.

Circundução do ombro: membros inferiores em extensão e abdução, membros superiores em abdução de 90°. Realizar a circundução do ombro.

Pressão na água (Flexo-extensão de ombros): membros inferiores em extensão e abdução, membro superior unilateral em flexão de 90° de ombro, extensão de cotovelo, punho em posição neutra e o membro superior contralateral em extensão de ombro e cotovelo e punho em posição neutra. Realizar flexo-extensão de ombro bilateralmente associado a prono-supinação de antebraço.

Jogar bola: membros inferiores em extensão. Fazendo uso de uma bola, jogá-la ao terapeuta, como um movimento de vôlei.

Tríceps braquial: membros inferiores em extensão e abdução. Segurar um flutuador, com cotovelo fletido a 90°. Realizar a extensão do cotovelo bilateralmente.

Water-pool (flexo-extensão de cotovelo e punho): membros inferiores em extensão e abdução, membros superiores em flexão de 90° de ombro. Realizar flexo-extensão do cotovelo e punho unilateral, alternando com membro contralateral.

Twist (Rotação de tronco): membros inferiores em extensão e abdução. Membros superiores segurando o flutuador em frente ao tórax. Realizar rotação de tronco mantendo os braços e pernas em extensão.

Flexão lateral do tronco: membros inferiores em extensão e abdução, membros superiores segurando um flutuador acima da cabeça. Realizar flexão lateral do tronco mantendo braços e pernas em extensão.

Abdominal: membros inferiores em extensão, apoiar a região dorsal e os membros superiores na borda da piscina (abdução de 90° do ombro e extensão de cotovelo). Realizar tríplex-flexão dos membros inferiores para o lado direito alternando para o lado esquerdo.

Polichinelo (adução e abdução de quadril): membros inferiores em extensão, membros superiores apoiados na borda da piscina. Realizar adução e abdução de quadril bilateralmente.

Chute mula (extensão de quadril e flexão de joelho): membros superiores apoiados na borda da piscina e membros inferiores em extensão. Realizar flexão de joelho associado com hiper-extensão de quadril unilateral e alternar com o membro contra-lateral.

Chute cancan (flexão de quadril e extensão de joelho): apoiar a região dorsal e os membros superiores na borda da piscina (abdução de 90° do ombro e extensão de cotovelo). Membros inferiores em extensão. Realizar tríplice-flexão e voltar a posição inicial, e posteriormente flexão de quadril e extensão de joelho unilateral e alternar com o membro contra-lateral.

Balanço esportivo (Flexo-extensão do quadril): paciente posicionado lateralmente a borda da piscina, apoiar os membros superiores na borda da piscina e membros inferiores em extensão. Realizar flexo-extensão de quadril unilateral, mantendo o joelho em extensão e alternar com membro contra-lateral.

Corrida estacionária (Flexão de quadril e joelho): membros inferiores em extensão, membro superior apoiado na borda da piscina. Realizar tríplice-flexão unilateral e alternar com o membro contra-lateral sem sair do lugar.

Corrida passo curto (Flexão de quadril e joelho): membros inferiores em extensão, membro superior apoiado na borda da piscina. Realizar tríplice-flexão unilateral e alternar com o membro contra-lateral, percorrendo a piscina com passos curtos.

Corrida passo longo (Flexão de quadril e semi-flexão de joelho): membros inferiores em extensão, membro superior apoiado na borda da piscina. Realizar flexão do quadril, e semi-flexão de joelho unilateral e alternar com o membro contra-lateral, percorrendo a piscina com passos largos.

Bicicleta (tríplice-flexão de membros inferiores): apoiar a região dorsal e os membros superiores na borda da piscina (abdução de 90° do ombro e extensão de cotovelo), com um flutuador entre os membros inferiores. Realizar tríplice-flexão unilateral e alternar com o membro contra-lateral.

Agachamento (Extensão de quadril e flexão de joelhos): membros superiores apoiados na borda da piscina, membros inferiores em extensão e abdução. Com os pés aplanados, realizar agachamento na água.

Bater-perna (Flexo-extensão do quadril): em decúbito ventral, membros superiores apoiados na borda da piscina com um flutuador na região abdominal. Realizar flexo-extensão do quadril unilateral, com joelho em extensão e alternar com o membro contra-lateral.

Circundução do quadril: membros inferiores em extensão, apoiar a região dorsal e os membros superiores na borda da piscina (abdução de 90° do ombro e extensão de cotovelo). Realizar circundução de quadril.

Saltar e chutar (tríplice-flexão de membros inferiores): apoiar a região dorsal e os membros superiores na borda da piscina (abdução de 90° do ombro e extensão de cotovelo). Membros inferiores em extensão. Realizar tríplice-flexão unilateral, saltar e em seguida realizar flexão de quadril e extensão de joelho contra-lateral.

Ski (Flexo-extensão do quadril): membros superiores apoiados na borda da piscina. Membros inferiores em extensão. Realizar flexo-extensão de quadril mantendo joelho em extensão bilateralmente alternando os membros inferiores.

Salto na cama elástica (tríplice-flexão de membros inferiores): membros superiores apoiados na borda da piscina, membros inferiores em extensão sobre a cama elástica. Realizar tríplice-flexão de membros inferiores bilateralmente.

Saltitos (tríplice-flexão de membros inferiores): membros superiores apoiados na borda da piscina, membros inferiores em extensão. Realizar tríplice-flexão, saltando para o lado direito alternando para o lado esquerdo.

Subir e descer do *step*: *step* sobre o chão e encostado na parede da piscina. Membros superiores apoiados na borda da piscina. Realizar o movimento de subir no *step* alternando os membros inferiores.

Desaquecimento:

Alongamento dos músculos: esternocleidomastoideo, escalenos, trapézio (fibras superiores), peitoral, tríceps braquial, bíceps braquial, flexores e extensores do punho, quadrado lombar, tensor da fáscia lata, adutores e abdutores do quadril, quadríceps, isquiotibiais, tríceps sural.