

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**CAPACIDADE DE EXERCÍCIO E EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES  
DE EXERCÍCIO RESISTIDO EM UM TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO  
EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

**Ft. Ms. Júlia Gianjoppe dos Santos**

**São Carlos**

**2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**CAPACIDADE DE EXERCÍCIO E EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES  
DE EXERCÍCIO RESISTIDO EM UM TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO  
EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Fisioterapia. Área de concentração: Processo de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

**Ft. Ms. Júlia Gianjoppe dos Santos**

**Orientadora: Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo**

**São Carlos**

**2016**

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237c Santos, Júlia Gianjoppe dos  
Capacidade de exercício e efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido em um treinamento físico combinado em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica / Júlia Gianjoppe dos Santos. -- São Carlos : UFSCar, 2016.  
79 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2016.

1. Doenças pulmonares. 2. Exercício. 3. Qualidade de vida. 4. Sinais e sintomas. 5. Força muscular. I. Título.



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

## Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Júlia Gianjoppe dos Santos, realizada em 22/11/2016:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Valeria Amorim Pires Di Lorenzo  
UFSCar

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes  
UFSCar

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Aparecida Maria Catai  
UFSCar

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Michel Silva Reis  
UFRJ

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Eli Maria Pazzianotto Forti  
UNIMEP

## **Dedicatória**

*Dedico esse trabalho à minha família, pois são eles que me apoiam incondicionalmente, sobretudo aos meus pais, que sempre me deram forças para que eu seguisse em frente.*

*Dedico aos meus amigos, que souberam entender meus momentos de ausência para que pudesse tornar esse sonho realidade.*

*Dedico aos meus pacientes, àqueles que fizeram parte desse trabalho e àqueles que puderam e poderão usufruir do meu amadurecimento profissional após o cumprimento de mais essa etapa. Não teria sentido anos de pesquisa e trabalho árduo se o objetivo final não fosse ajudá-los, um pouco que seja.*

## **Agradecimentos**

*Ao escrever esses agradecimentos, parte que eu considero um desafio, espero refletir apenas um pouco da minha felicidade e gratidão em ter pessoas tão especiais e iluminadas no meu caminho, que me apoiaram na conclusão de mais essa etapa da minha vida profissional.*

*Aos meus pais, Sirlei e Eduardo, pela dedicação e apoio incondicional durante esses anos dedicados ao doutorado, mas sobretudo durante toda minha vida. Por me receberem sempre com sorriso no rosto e por eu ter a certeza de que minha base são vocês. Minha maior felicidade é saber que vocês estão orgulhosos com mais essa conquista. Sem vocês nada seria possível. Amo muito vocês!*

*Aos meus irmãos, Mariana e Pedro, por compartilharem meus momentos de angústias e alegrias, por sermos tão iguais e tão diferentes e fazer com que isso se transforme em companheirismo e amor. Às minhas irmãs de coração, Luanne e Amabile, por estarem presentes nos momentos mais importantes da minha vida e ter a confiança de que estaremos sempre unidas com a nossa família. Vocês são parte essencial da minha vida!*

*À minha amada afilhada Caterina, que é capaz de despertar meus sentimentos mais puros e meus sorrisos mais sinceros. Minha vida faz mais sentido desde que você entrou nela!*

*Aos meus tios Lucinda e Luiz, Sílvia e Alexandre, com quem sempre tive a honra de entender o realmente significado de família, sempre com muito amor e atenção em todos os momentos da minha vida!*

*Aos meus queridos primos Vitor, Isabella e Giovanna, pois mesmo não tendo convivência intensa, sempre estão ao meu lado e fazem parte da minha vida de maneira especial.*

*Às minhas avós, Rosa e Dalva, cada uma com seu jeitinho, mas sempre demonstrando amor e felicidade nos meus caminhos percorridos até hoje. Obrigada pela dedicação e que vocês tenham muita saúde para me acompanhar nas próximas conquistas da vida!*

*À toda minha família, pois apesar dos momentos de ausência, sempre me recebem de braços abertos e me fazem sentir especialmente amada!*

*À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, pela confiança depositada em mim novamente, por me entender quando nem eu mesma estava me entendendo, por me motivar sempre, por ser um exemplo a ser seguido. Sua dedicação e empenho são admiráveis. Agradeço a paciência, o respeito e, sobretudo, a amizade nesses anos de trabalho juntas. Seus ensinamentos foram essenciais para meu crescimento profissional e pessoal. Muito Obrigada!*

*À minha amiga de todas as horas e afilhada Marina. Não sei se consigo descrever todo meu agradecimento em ter você ao meu lado todos esses anos! Não só por trabalharmos juntas nesse projeto, mas por ser minha companheira de vida, conquistas, alegrias, angústias. Você foi meu ponto de equilíbrio nessa conquista e será minha amiga do coração para o resto da vida.*

*Aos amigos do Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória, pelo companheirismo e dedicação, que me ajudou na execução desse trabalho. Em especial, às minhas queridas Anna Cláudia e Ivanize, pois os anos de convivência estreitaram nossos laços de amizade, tendo cada uma em um lugar especial no meu coração!*

*Ao Prof. Dr. Mauricio Jamami, pelos seus ensinamentos e companheirismo na realização dos trabalhos.*

*Às minhas amigas que moraram comigo na pós-graduação, companheiras, irmãs são-carlenses, Manu, Isinha, Isa, Fer e Sil, que me apoiaram em todos os momentos dessa etapa, por todo carinho e amizade! Vocês estarão sempre no meu coração. Obrigada por tudo! A amizade de vocês me fortalece.*

*Aos meus amigos fisioterapeutas, aos compartilharam comigo a experiência do cuidado ao próximo na graduação e aos que continuaram tendo papel essencial na minha vida. Em especial aos amigos Vinícius, Gabi, Livia e Fabi, que compartilharam os momentos do doutorado em São Carlos, e às minhas amigas Vivi, Fernanda e Rafa, que foram companheiras na faculdade e estarão sempre comigo. Amo vocês!*

*Às minhas amigas desde sempre Priscilla e Roberta, por poder contar com vocês em todos os momentos, por nossa amizade ser tão sincera e duradoura. Vocês sempre foram e sempre serão minhas amigas do coração! Não há tempo nem distância que nos separe!*

*Aos meus amigos, não vou conseguir citar o nome de todos, pois sou abençoada por ter muitas pessoas especiais que torcem por mim e estão presentes em todos os momentos, mesmo que distantes! A amizade de vocês é muito importante para mim, não sei o que seria da minha vida sem vocês.*

*Aos meus pacientes, sem os quais a realização do estudo não seria possível. Agradeço por cada olhar, cada gesto de gratidão, cada abraço e “muito obrigada” sinceros que recebi em todos esses anos como fisioterapeuta. É por vocês que me empenho e vou buscar cada vez mais aprimoramento profissional.*

*À CAPES, pelo apoio financeiro.*

*Aos professores da Banca Examinadora, Profa. Dra. Aparecida Maria Catai, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Gonçalves Mendes, Prof. Dr. Michel Silva Reis, Profa. Dra. Eli Maria Pazzianotto Forti, Profa. Dra. Nídia Aparecida Hernandez, Prof. Dr. Victor Zuniga Dourado, Profa. Dra. Dionei Ramos, Profa, Dra, Adriana Sanches Garcia de Araújo e Profa. Dra. Kamilla Tays Marrara, pela disponibilidade, sugestões e contribuições que certamente enriqueceram esse estudo. Vocês são exemplos que me inspiram!*

*Enfim, agradeço a todos que fazem parte da minha vida e que estão ao meu lado em mais essa conquista, afinal o sonho não vale a pena ser sonhado se não tiver com quem compartilhá-lo.*



## Resumo

**Introdução:** A literatura científica traz diversos aspectos específicos em relação à capacidade de exercício e treinamento físico de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Entretanto, existem lacunas que ainda não foram elucidadas, o que deu origem à algumas questões científicas que possibilitaram o desenvolvimento dessa tese de doutorado. Os questionamentos apresentados foram: 1) Pacientes com DPOC mais sintomáticos apresentam diferentes capacidades de exercício em cicloergômetro de acordo com a gravidade da doença? 2) Quais fatores limitantes da capacidade de exercício estão relacionados a maior prejuízo funcional dos pacientes com DPOC mais sintomáticos e maior gravidade da doença? 3) Em pacientes com DPOC, qual intensidade de treinamento resistido em um treinamento físico combinado produz mais efeitos positivos sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício e percepção de sintomas e qualidade de vida? Dessa forma, foram realizados dois estudos envolvendo a problemática apresentada com os seguintes objetivos: 1) Identificar como os fatores limitantes ventilatório, cardiovascular, de oxigenação e muscular periférico estão envolvidos no desempenho da capacidade de exercício e se existe diferenciação da capacidade de exercício nos pacientes mais sintomáticos com diferentes gravidades da doença; 2) Comparar os efeitos de dois treinamentos combinados, diferentes quanto à intensidade do treinamento resistido, sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício, qualidade de vida e sintomatologia em pacientes com DPOC. **Métodos:** O primeiro estudo foi um estudo transversal, com amostra final foi composta por 38 pacientes com DPOC mais sintomáticos (COPD Assessment Test - CAT  $\geq 10$  pontos), que foram avaliados por: espirometria, Teste Cardiopulmonar de Esforço (TCPE) Sintoma-limitado, Teste de caminhada de 6 minutos (TC6min), teste de força muscular isométrica de extensores de joelho (ExtJ) e abdutores de quadril (AbdQ) com dinamômetro Microfet2. Os pacientes foram agrupados de acordo com grau de obstrução da via aérea [Grupo 1:  $VEF_1 \geq 50\%$  (n=17,  $66 \pm 9$ anos,  $VEF_1 = 61,1 \pm 9,9\%$  pred) e Grupo 2:  $VEF_1 < 50\%$  (n=21,  $68 \pm 9$ anos,  $VEF_1 = 36,3 \pm 8,5\%$  pred)]. Para o segundo estudo, em que foi realizada intervenção nos pacientes com DPOC, a amostra final foi composta por 31 pacientes foram avaliados e reavaliados por: CAT, Saint George's Respiratory Questionnaire (SGRQ); teste de força muscular isométrica de ExtJ e flexores de cotovelo (FlexC); TC6min, TCPE Sintoma-

limitado e Carga Constante e Testes de 1 Repetição Máxima (1RM). Os pacientes foram randomizados em 2 grupos e realizaram 36 sessões de treinamento físico combinado, um grupo realizou treinamento resistido de baixa intensidade (TRBI: n=16, 68,1±9,3anos, VEF<sub>1</sub>=50,0±15,7%pred), iniciando com 30% 1RM e progredindo até 45% 1RM em membros superiores (MMSS) e até 51% em membros inferiores (MMII) e o outro treinamento resistido de alta intensidade (TRAI: n=15, 70±6,5anos, VEF<sub>1</sub>=46,8 ± 14,5%pred), sendo iniciado com 60% 1RM e finalizado com 75% 1RM em MMSS e 81% 1RM em MMII. Ambos os grupos realizaram o treinamento aeróbio contínuo com carga referente a 80% do VO<sub>2</sub> pico atingido no TCPE sintoma-limitado. **Resultados:** Pacientes com DPOC mais sintomáticos e com maior gravidade da doença apresentaram menor distância percorrida no TC6min (DPTC6min), além de menor saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e reserva ventilatória (VE/VVM) no pico no TCPE, com maior prevalência dessas condições no pico do exercício nesses pacientes. Além disso, apresentaram menor força muscular isométrica de membros inferiores, sendo a força de ExtJ capaz de prever aproximadamente 52% da carga máxima atingida no TCPE sintoma-limitado. Para os pacientes que realizaram o treinamento combinado com diferentes intensidades de treinamento resistido, foram encontradas diferenças significativas para sintomatologia (CAT), qualidade de vida (SGRQ) e capacidade de exercício (DPTC6min e tempo de tolerância no TCPE-CC) em ambos os grupos, entretanto apenas o TRAI apresentou melhora significativa na força muscular isométrica de ExtJ e FlexC. Ambos os treinamentos apresentaram valores acima da diferença mínima clinicamente importante (DMCI) para sintomatologia e capacidade de exercício. Entretanto, apenas no TRAI apresentou valores acima da DMCI para qualidade de vida e força muscular isométrica de ExtJ e FlexC, com maior proporção respondedores à força muscular isométrica nesse grupo. **Conclusões:** Pacientes com DPOC mais sintomáticos e maior gravidade da doença apresentam maior limitação na tolerância ao exercício, sendo que a menor reserva ventilatória, déficit de oxigenação e força muscular de extensores de joelho parecem ser fatores limitantes mais pronunciados nesses pacientes. Além disso, o treinamento combinado com diferentes intensidades de exercício resistido parece ser efetivo para melhora em relação à sintomatologia e capacidade de exercício em pacientes com DPOC independente da intensidade de treinamento. Entretanto, o treinamento resistido de alta intensidade pode proporcionar maiores ganhos em relação à qualidade de vida e à força muscular periférica, além de proporcionar maior relevância clínica.

## Abstract

**Background:** The scientific literature of patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) brings several specific aspects in relation to exercise capacity and physical training. However, there are gaps that have not been elucidated, bringing scientific questions that enabled this thesis development. The questions presented were: 1) Do patients with more symptomatic COPD present different exercise capacity on a cycle ergometer according to disease severity? 2) What limiting factors of exercise capacity are related to greater functional impairment of patients with COPD and greater disease severity? 3) In patients with COPD, which intensity of resistance training in a combined physical training produces more positive effects on peripheral muscle strength, exercise capacity, symptoms perception and quality of life? Thus, two studies were performed involving the problematic presented with following aims: 1) to identify how the limiting factors (ventilatory, cardiovascular, oxygenation and peripheral muscles) are involved in exercise performance and to determine whether there is difference on exercise capacity in more symptomatic patients with different disease severity; 2) to compare the effect of two combined trainings, different regarding the intensity of the resistance training, on peripheral muscle strength, exercise capacity, symptoms and quality of life in patients with COPD and to verify which intensity of training was capable of presenting a larger proportion of responder patients. **Methods:** The first study was a cross-sectional study with thirty-eight symptomatic patients with COPD (COPD assessment test  $\geq 10$  points) that were assessed by: Spirometry, Symptom-limited Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET), Six Minute Walk Test (6MWT), isometric muscle strength test of knee extensors (KExt) and hip abductors (HAbd) with Microfet2 dynamometer. Subjects were grouped according to airway obstruction level [Group 1:  $FEV_1 \geq 50\%$  (n=17,  $66 \pm 9$  yrs,  $FEV_1 = 61.1 \pm 9.9\%$  pred) and Group 2:  $FEV_1 < 50\%$  (n=21,  $67.8 \pm 8.9$  yrs,  $FEV_1 = 36.3 \pm 8.5\%$  pred)]. In second study, with intervention program for patients with COPD, thirty-one patients were assessed and reassessed by: CAT, Saint George's Respiratory Questionnaire (SGRQ); isometric muscle strength of KExt and elbow flexors (EFlex); 6MWT; Symptom-limited CPET; constant load cardiopulmonary test (CL-CPET) and one repetition maximum test (1RM). Patients were randomized in two groups and underwent 36 training sessions: combined training with low-intensity resistance training, from 30% 1RM to 45% 1RM for upper limbs and to 51% 1RM for lower limbs (LIRT: n=16,  $68.1 \pm 9.3$  years,

FEV<sub>1</sub>=50.0±15.7%pred), and combined training with high intensity resistance training, from 60% 1RM to 75% 1RM for upper limbs and to 81% 1RM for lower limbs (HIRT: n=15, 70±6.5years, FEV<sub>1</sub> =46.8 ± 14.5%pred). Both groups performed aerobic training with work load corresponding to 80% VO<sub>2</sub>peak in symptom-limited CPET. **Results:** More symptomatic patients with more severity COPD had significantly lower 6MWD, besides lower oxygen saturation and ventilatory reserve in peak CPET, being that the prevalence of this condition in peak exercise occurred in higher proportion in this group. Furthermore, there were significant differences in isometric strength between groups, being KExt strength able to predict approximately 52% of CPET maximal load. For patients that performed combined training with different intensities of resistance training, there were significant differences regarding symptoms (CAT), quality of life (SGRQ) and exercise capacity (6MWD and Tlim) in both groups, nevertheless, only HIRT presented significative improvement in isometric muscle strength of KExt and EFlex). Both trainings presented values above the minimum clinically important difference (MCID) to symptom and exercise capacity. However, quality of life and KExt and EFlex isometric muscle strength only presented improvements higher than MCID in group HIRT, which also presented a significantly larger number of responder patients considering isometric muscle strength. **Conclusion:** More symptomatic patients with COPD with higher disease severity present more limitation in exercise tolerance, being lower ventilatory reserve, oxygenation deficit and KExt muscle strength more pronounced limiting factors in these patients. Additionally, aerobic training associated to resistance training was effective to improve symptoms and exercise capacity regardless the intensity of the strength training. However, high intensity resistance training may lead to greater gains regarding quality of life and peripheral muscle strength, which indicates that patients respond more and better to this intensity of training, as well as present greater clinical relevance.

## **Lista de Tabelas**

### **ESTUDO 1:**

- Tabela 1.** Dados antropométricos e espirométricos, sintomas, histórico de tabagismo e exacerbações, uso de oxigênio e medicamentos, e nível de atividade física nos grupos 1 e 2.....19
- Tabela 2:** Valores pico alcançados no Teste Cardiopulmonar de Esforço Incremental sintoma-limitado e motivos de interrupção nos grupos 1 e 2.....20
- Tabela 3:** Distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 Minutos e força muscular periférica nos grupos 1 e 2.....21

### **ESTUDO 2:**

- Tabela 1.** Caracterização pré-treinamento dos dados antropométricos e espirométricos, sintomas, histórico de tabagismo e exacerbações, uso de oxigênio e medicamentos para DPOC nos grupos de treinamento.....46
- Tabela 2:** Dados antropométricos, espirométricos, sintomatologia, qualidade de vida em ambos os grupos pré e pós intervenção.....47
- Tabela 3:** Medidas de força muscular periférica em ambos os grupos pré e pós intervenção.....48
- Tabela 4:** Medidas de capacidade de exercício em ambos os grupos pré e pós intervenção.....49
- Tabela 5:** Média das mudanças pré e pós intervenção e proporção de pacientes respondedores às variáveis de capacidade de exercício, força muscular periférica, impacto da DPOC no estado de saúde e qualidade de vida em ambos os grupos.....50

## **Lista de Quadros**

### **ESTUDO 2:**

**Quadro 1.** Especificações do protocolo de treinamento realizado no estudo.....43

## **Lista de Figuras**

### **ESTUDO 1:**

**Figura 1.** Representação cronológica das avaliações realizadas durante o estudo.....14

**Figura 2:** **A=** Posição para avaliação da força muscular isométrica de extensores de joelho; **B=** Posição para avaliação da força muscular isométrica de abdutores de quadril.....16

**Figura 3:** Fluxograma dos pacientes incluídos e excluídos do estudo.....18

**Figura 4:** Prevalência de fraqueza muscular isométrica, presença de baixa reserva ventilatória, baixa oxigenação e frequência cardíaca acima da submáxima no pico do TCPE Sintoma-limitado nos pacientes dos grupos 1 e 2.....22

### **ESTUDO 2:**

**Figura 1.** Representação cronológica das avaliações e reavaliações realizadas no estudo.....39

**Figura 2.** Protocolo de realização do Teste Cardiopulmonar de Esforço Carga Constante.....40

**Figura 3:** Fluxograma dos pacientes incluídos e excluídos do estudo.....45

## Lista de Abreviaturas

AACVPR	<i>American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation</i>
AbdQ	Abdutores de Quadril
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
AVD	Atividades de Vida Diária
bpm	Batimentos por minuto
CAT	<i>COPD Assessment Test</i>
CC	Carga constante
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
cm	Centímetros
CVF	Capacidade Vital Forçada
DMCI	Diferença mínima clinicamente importante
DMD	Diferença mínima detectável
DP	Desvio Padrão
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
DPTC6min	Distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos
EPM	Erro padrão de medida
ERS	<i>European Respiratory Society</i>
ExtJ	Extensores de Joelho
FlexC	Flexores de Cotovelo
FC	Frequência Cardíaca
GOLD	<i>Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease</i>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonato
IMC	Índice de Massa Corpórea
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
kg	Quilogramas
l	Litros
m	Metros
máx	Máxima
min	Minutos
ml	Millilitros
MMII	Membros inferiores



<i>mMRC</i>	<i>modified Medical Research Council</i>
MMSS	Membros superiores
n	Número de pacientes
N	Newtons
PaCO <sub>2</sub>	Pressão arterial de dióxido de carbono
Pred	Predito
RP	Reabilitação Pulmonar
s	segundos
SGRQ	Saint George's Respiratory Questionnaire
SpO <sub>2</sub>	Saturação periférica de Oxigênio
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TCPE	Teste Cardiopulmonar de Esforço
TC6min	Teste de caminhada de 6 minutos
Tlim	Tempo de tolerância
TRBI	Treino aeróbio + treino resistido de baixa intensidade
TRAI	Treino aeróbio + treino resistido de alta intensidade
VCO <sub>2</sub>	Produção de gás carbônico
VE	Ventilação Minuto
VEF <sub>1</sub>	Volume Expiratório Final no Primeiro Segundo
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VVM	Ventilação Voluntária Máxima
W	Watts
1RM	1 Repetição Máxima
%	Porcentagem

## **Lista de Anexos**

<b>Anexo 1:</b> Questionário <i>modified Medical Research Council</i> .....	66
<b>Anexo 2:</b> Questionário <i>COPD Assessment Test</i> .....	67
<b>Anexo 3:</b> <i>International Physical Activity Questionnaire</i> - versão curta.....	68
<b>Anexo 4:</b> Saint George's Respiratory Questionnaire.....	69

## **Lista de Apêndices**

<b>Apêndice 1:</b> Carta de Submissão do Estudo 1 ao periódico Respiratory Care.....	73
<b>Apêndice 2:</b> Carta de Submissão do Estudo 2 ao periódico Physical Therapy.....	74
<b>Apêndice 3:</b> Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos/SP.....	75
<b>Apêndice 4:</b> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	76
<b>Apêndice 5:</b> Protocolo de Treinamento Resistido nos grupos TRBI e TRAI.....	79

Sumário	
CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
ESTUDO 1 .....	8
Resumo .....	9
Introdução .....	11
Métodos .....	12
Resultados .....	17
Discussão .....	22
Considerações metodológicas .....	26
Limitações do estudo .....	27
Conclusão.....	27
Referências.....	28
Agradecimentos .....	32
ESTUDO 2 .....	33
Resumo .....	34
Abstract .....	35
Introdução .....	36
Métodos .....	38
Resultados .....	45
Discussão .....	51
Conclusão.....	54
Referências.....	55
Agradecimentos .....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS DO ESTUDO .....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	65
APÊNDICES .....	72

## CONTEXTUALIZAÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo, resultando em encargo econômico e social que é substancial e crescente. É definida como uma doença prevenível e tratável, caracterizada pela obstrução persistente ao fluxo aérea que é geralmente progressiva e associada com aumento da resposta inflamatória crônica dos pulmões e vias aéreas a gases e partículas nocivas, sendo que episódios de exacerbação e presença de comorbidades contribuem para a gravidade do paciente individualmente (GOLD, 2016).

Inicialmente, a doença acomete o sistema respiratório, com a presença de inflamação crônica pulmonar provocando alterações estruturais que incapacitam a permanência das vias aéreas abertas durante a expiração, podendo ocorrer limitação ventilatória e de oxigenação (GOLD, 2016). Adicionalmente, com a progressão da doença, a inflamação crônica torna-se sistêmica e contribui para alterações sistêmicas relacionadas à doença, que cursam com o agravamento da dispneia e diminuição da capacidade ao exercício, e consequente redução da capacidade funcional (AGUSTÍ *et al.*, 2003; DOURADO *et al.*, 2006).

Isso ocorre, pois, o sistema respiratório está integrado aos sistemas cardiovascular e músculo-esquelético como um sistema de engrenagem, sendo extremamente dependentes um do outro, sendo que alterações no sistema respiratório isoladamente podem levar a consequentes repercussões nos sistemas cardiovascular e musculoesquelético (PIRES DI LORENZO *et al.*, 2015).

Tanto as manifestações locais quanto as sistêmicas presentes em pacientes com DPOC progridem com a evolução da doença, entretanto as repercussões ocorrem de maneira heterogênea e afetam cada paciente diferentemente (HILLMAN *et al.*, 2012; AGUSTÍ *et al.*, 2013; BOLAND *et al.*, 2014). Com isso, caracterizar esses pacientes e definir suas necessidades quanto à reabilitação pulmonar torna-se uma tarefa complexa e difícil.

Dessa forma, os pacientes com DPOC podem apresentar limitação ventilatória, prejuízos na oxigenação e disfunção muscular periférica, que vão influenciar e potencializar a sensação de dispneia e fadiga conforme a progressão da doença, fazendo com que o paciente evite atividades que acarretam em maior sintomatologia, tornando-o

cada vez mais sedentário (AGUSTÍ *et al.*, 2003; DOURADO *et al.*, 2006; SPRUIT *et al.*, 2013). Portanto, o sedentarismo e a intolerância ao exercício cada vez maior estão associados a prejuízo no estado de saúde, sendo que a inatividade física pode ser um dos mecanismos e consequência direta dos sintomas da DPOC (JONES *et al.*, 2009; TSILIGIANNI *et al.*, 2011; JONES *et al.*, 2016).

A presença de sintomas e outras manifestações da doença estão relacionadas com limitações nas atividades físicas e atividades de vida diária. Dentre os principais sintomas relacionados à DPOC, estão tosse, presença de secreção pulmonar, aperto no peito e dispneia (JONES *et al.*, 2009). A magnitude desses sintomas pode variar em cada paciente, pois diversos são os mecanismos envolvidos para o surgimento de tais sintomas. A dispneia, por exemplo, está associada à presença de alterações ventilatórias ou fraqueza muscular respiratória e periférica (MAHLER *et al.*, 2006; O'DONNELL *et al.*, 2009).

Quando as repercussões tanto locais quanto sistêmicas e a sintomatologia começam a interferir no desempenho das atividades cotidianas, participação social e qualidade de vida, é comum que esses pacientes procurem serviços de cuidados em saúde, sendo os pacientes mais sintomáticos aqueles encaminhados aos serviços de Reabilitação Pulmonar (RP). Dessa forma, observa-se que grande parte dos estudos de RP em pacientes com DPOC engloba pacientes com obstrução moderada, grave e muito grave, uma vez que os sintomas geralmente ainda não interferem negativamente nas atividades de pacientes com grau de obstrução leve geralmente (PROBST *et al.*, 2006; LAVIOLETTE *et al.*, 2008; ALTENBURG *et al.*, 2012; EMTNER *et al.*, 2015).

A abordagem da sintomatologia no paciente com DPOC tornou-se importante e essencial, sendo que *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*, em 2011, sugeriu uma nova classificação dos pacientes com DPOC, associando a classificação da sintomatologia com o risco futuro de exacerbações e evitando classificações simples que não se considera a heterogeneidade da doença (GOLD 2011; AGUSTÍ *et al.*, 2013). A avaliação dos sintomas pelo questionário COPD Assessment Test (CAT) é recomendada pela GOLD, uma vez que proporciona uma avaliação mais abrangente sobre o impacto dos sintomas da doença (GOLD 2011).

Os sintomas característicos da DPOC podem acometer os pacientes de maneira heterogênea, dependendo da quantidade e de que maneira afetam cada um, como, por

exemplo, a gravidade da doença e presença de comorbidades (SIMON *et al.*, 2011), além de influenciar diferentemente na capacidade de exercício de cada paciente. Considerando que os pacientes mais sintomáticos apresentam evolução da doença mais avançada, podem apresentar vários dos fatores limitantes conjuntamente causando pior desempenho na capacidade de exercício.

A limitação da capacidade de exercício nos pacientes com DPOC pode ocorrer por diversos fatores, sendo os principais: limitação ventilatória, de trocas gasosas, cardiovascular ou disfunção músculo-esquelética (STENDARDI *et al.*, 2007).

A limitação ventilatória durante o exercício físico ocorre pela incapacidade do paciente aumentar a ventilação pulmonar devido à diminuição progressiva da capacidade inspiratória frente à demanda metabólica, mantendo ventilação alveolar preservada à custa de aumento do trabalho respiratório, que associado à obstrução das vias aéreas, pode provocar aprisionamento aéreo, hiperinsuflação pulmonar dinâmica e intensa sensação de dispneia (O'DONNELL *et al.*, 2001; O'DONNELL *et al.*, 2012; LANGER *et al.*, 2014).

Em relação à limitação nas trocas gasosas, os pacientes com DPOC podem apresentar déficit de oxigenação, que quando apresentada durante o exercício, aumenta a ventilação pulmonar diretamente pelo estímulo de quimiorreceptores periféricos e indiretamente pela acidose láctica (DIAZ *et al.*, 2001; MAHLER *et al.*, 2011). Além disso, o aprisionamento aéreo está associado com hipercapnia crônica, uma vez que prejuízos no controle respiratório juntamente com diminuição do bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) manipulado pelos rins, resulta em pressão arterial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ) constantemente maior do que 45 mmHg (YANG *et al.*, 2015).

A relação direta entre o sistema respiratório e cardíaco faz com que pacientes com DPOC apresentem limitações cardiovasculares devido à vasoconstrição pulmonar hipoxêmica, hipercapnia e acidose, que podem gerar resistência vascular pulmonar aumentada e consequente sobrecarga ao ventrículo direito (VOELKEL *et al.*, 2000; KAWUT *et al.*, 2014; BOZEK *et al.*, 2016).

Sistemicamente, fatores específicos da DPOC, como inflamação sistêmica, má-nutrição, miopatia por corticóides e hipoxemia, contribuem para a diminuição da síntese proteica e aumento da degradação proteica, levando à disfunção muscular periférica

com perda de massa, resistência e força muscular (AGUSTÍ *et al.*, 2003; DOURADO *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2008; MAN *et al.*, 2009).

Apesar do conhecimento dos principais fatores que podem limitar a capacidade de exercícios desses pacientes e que pacientes com DPOC podem apresentar maior sintomatologia independentemente da gravidade da doença (GOLD, 2016), não está claro se os pacientes com DPOC mais sintomáticos apresentam diferentes capacidades de exercício de acordo com a gravidade da doença e a quais fatores limitantes da capacidade de exercício está relacionado à maior prejuízo funcional.

A caracterização mais detalhada da capacidade de exercício desses pacientes mais sintomáticos é essencial para guiar os profissionais de saúde para a prescrição do exercício físico, uma vez que está bem estabelecido que a RP é parte essencial do cuidado integrado ao paciente com DPOC, sendo o treinamento físico o pilar para que esse processo provoque benefícios aos pacientes (SPRUIT *et al.*, 2013), entretanto ainda existem algumas lacunas sobre os delineamentos da prescrição ideal do exercício para essa população.

Dentre os benefícios proporcionados pela RP, pode-se citar consistentes reduções de sintomas diários como dispneia, fadiga, ansiedade e depressão, aumento da capacidade de exercício, melhora da qualidade de vida e do estado de saúde, além de diminuição da utilização de serviços de saúde (SPRUIT *et al.*, 2014; CELLI *et al.*, 2015).

Profissionais de saúde que desenvolvem prescrição de exercícios e supervisionam treinamento físico em pacientes com DPOC podem ser desafiados pela variabilidade e gravidade da doença, bem como pela interpretação e uso de diversas recomendações, uma vez que o conteúdo dos programas de RP varia globalmente (SPRUIT *et al.*, 2014; GARVEY *et al.*, 2016).

Quando comparadas as recomendações de importantes Associações ao redor do mundo, como *American College of Sports Medicine (ACSM)*, *American Thoracic Society (ATS)/European Respiratory Society (ERS)* e *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR)*, todos as orientações recomendam treinamento aeróbio e treinamento resistido fazendo parte do treinamento



físico em pacientes com DPOC, com prescrições que incluam variações da frequência, duração e intensidade do exercício (GARVEY *et al.*, 2016).

Sugere-se a realização do treinamento combinado, associando o treinamento aeróbio com o resistido a fim de obter os benefícios que os treinamentos proporcionam quando aplicados isoladamente (ORTEGA *et al.*, 2002, SILVA *et al.*, 2008, DOURADO, 2011; SPRUIT *et al.*, 2013).

O treinamento aeróbio resulta em consistentes aumentos na capacidade de exercício em pacientes com DPOC, sendo bem documentado efeitos na melhora da função capilar, capacidade oxidativa e eficiência muscular, além da diminuição da acidose láctica e demanda ventilatória em determinada intensidade (LAN *et al.*, 2011). É recomendado que esse tipo de treinamento seja realizado com carga maior do que 60% do pico do exercício máximo, durante tempo mínimo de 20 minutos e duração de no mínimo 12 semanas (GARVEY *et al.*, 2016).

O treinamento resistido para os músculos periféricos apresenta resultados importantes quanto à melhora da função muscular e redução da percepção de fadiga, podendo atingir efeitos modestos sobre ritmo de trabalho se aplicado isoladamente (ORTEGA *et al.*, 2002; CLINI *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2008).

O processo complexo do treinamento resistido é realizado pela incorporação e manipulação de variáveis como: intensidade, volume, frequência, intervalo entre séries, sequência dos exercícios e velocidade de contração, sendo a intensidade considerada a variável mais importante para esse tipo de treinamento e tem uma relação inversa com o volume de treinamento (ANDRIANNOPOULOS *et al.*, 2015). Em contrapartida, as recomendações para as variáveis manipuláveis do treinamento resistido não são consistentes e consensuais entre os diversos *guidelines* (GARVEY *et al.*, 2016), dificultando a utilização desse treinamento em pacientes com DPOC de maneira otimizada.

Considera-se que exercícios em alta intensidade são ideais para melhores resultados em relação aos ganhos de massa e força muscular, sendo que intensidades acima de 60% de 1RM (1 Repetição Máxima) induzem respostas significativamente maiores de síntese proteica miofibrilar (KUMAR *et al.*, 2009). Em contrapartida, exercícios de baixa intensidade com maior número de repetições também são benéficos

e recomendados, sobretudo para pacientes mais comprometidos e com presença de comorbidades mais graves, sendo esperados maiores ganhos de resistência muscular (SILVA *et al.*, 2008; ACSM 2009).

Com todos os benefícios fisiológicos que o treinamento combinado pode proporcionar, são esperadas repercussões com mudanças nas atividades diárias e estilo de vida desses pacientes. A efetividade de um treinamento deve estar diretamente relacionada com melhora do desempenho e nos sintomas envolvidos nas atividades do dia-a-dia do paciente, refletindo em melhor qualidade de vida. Ou seja, o principal objetivo do tratamento do paciente deve ser assegurar que o estado de saúde dele seja otimizado (JONES *et al.*, 2009).

Dessa forma, o treinamento físico deve ter impacto e repercussão direta no dia-a-dia do paciente, pois se os efeitos não forem perceptíveis o paciente pode ficar desestimulado ao cuidado próprio e provocar baixa adesão ao tratamento. Além disso, a complexidade da DPOC faz com que diversos aspectos tenham que ser incorporados como objetivos da RP. O ideal é que uma intervenção englobe efeitos positivos na maioria dos aspectos e limitações da DPOC e que maior número de pacientes possa se beneficiar com eles.

Contudo, até o presente momento são incipientes as evidências mostrando qual intensidade de treinamento resistido em um protocolo de treinamento físico combinado produz maiores repercussões positivas e maior quantidade de pacientes respondedores em relação à força muscular isométrica periférica, capacidade de exercício e percepção do paciente quanto à sintomatologia e qualidade de vida.

Diante da problemática apresentada e das lacunas que ainda não foram respondidas quanto à capacidade de exercício em pacientes com DPOC mais sintomáticos e adaptações do treinamento físico combinado nos pacientes com DPOC, foram desenvolvidos dois estudos que serão apresentados em formato de artigo:

O Estudo 1 intitulado: **Reserva ventilatória, oxigenação e força muscular periférica na diferenciação da capacidade de exercício em pacientes com DPOC mais sintomáticos de diferentes gravidades da doença**, submetido ao periódico *Respiratory Care* (classificação Qualis CAPES A2, JCR 1.922), em Agosto de 2016 (Apêndice 1), o qual teve como objetivos: Identificar como os fatores limitantes

ventilatório, cardiovascular, de oxigenação e muscular periférico estão envolvidos no desempenho da capacidade de exercício e se existe diferenciação da capacidade de exercício nos pacientes mais sintomáticos com diferentes gravidades da doença.

E o Estudo 2 intitulado: **Efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido em um treinamento combinado sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício, sintomatologia e qualidade de vida em pacientes com DPOC**, submetido ao periódico *Physical Therapy* (Classificação Qualis CAPES A1, JCR 2.799), em outubro de 2016 (Apêndice 2), com os seguintes objetivos: Comparar os efeitos de dois treinamentos combinados, diferentes quanto à intensidade do treinamento resistido, sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício e percepção subjetiva da qualidade de vida e sintomatologia em pacientes com DPOC e verificar qual o tipo de treinamento foi capaz de apresentar maior proporção de pacientes respondedores a essas variáveis, proporcionando maior relevância clínica para esses pacientes.

**ESTUDO 1**

**Reserva ventilatória, oxigenação e força muscular periférica na diferenciação da capacidade de exercício em pacientes com DPOC mais sintomáticos de diferentes gravidades da doença**

Submetido ao periódico *Respiratory Care*

## Resumo

**Introdução:** Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) podem apresentar maior sintomatologia, porém com a evolução da doença, os fatores limitantes da capacidade de exercício podem ocorrer diferentemente de acordo com a gravidade da doença. O objetivo do presente estudo foi identificar como os fatores limitantes ventilatório, cardiovascular, de oxigenação e muscular periférico estão envolvidos no desempenho da capacidade de exercício e se existe diferenciação da capacidade de exercício nos pacientes mais sintomáticos com diferentes gravidades da doença. **Métodos:** Trinta e oito pacientes com DPOC mais sintomáticos (COPD Assessment Test  $\geq 10$  pontos) foram avaliados por: espirometria, Teste Cardiopulmonar de Esforço (TCPE) Sintoma-limitado, Teste de caminhada de 6 minutos (TC6min), teste de força muscular isométrica de extensores de joelho (ExtJ) e abdutores de quadril (AbdQ). Os pacientes foram agrupados de acordo com grau de obstrução da via aérea [Grupo 1:  $VEF_1 \geq 50\%$  (n=17,  $66 \pm 9$ anos,  $VEF_1 = 61,1 \pm 9,9\%$ pred) e Grupo 2:  $VEF_1 < 50\%$  (n=21,  $68 \pm 9$ anos,  $VEF_1 = 36,3 \pm 8,5\%$ pred)]. **Resultados:** Pacientes do grupo 2 apresentaram significativamente menor distância percorrida no TC6min [G1=428,9 $\pm$ 64,5m (84,1 $\pm$ 11,1%pred), G2=380,4 $\pm$ 74,9m (74,8 $\pm$ 13,5%pred)], além de menor saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ : G1=94,9 $\pm$ 2,2%, G2=89,3 $\pm$ 3,9%) e reserva ventilatória [VE/VVM: G1=56,8(37,9–60,6)%, G2=79,9(66,8–111,6)%] no pico no TCPE, sendo que a prevalência dessas condições no pico do exercício ocorreu em maior proporção nesse grupo. Adicionalmente, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para força muscular isométrica (ExtJ: G1=299,5 $\pm$ 86,5N, G2=240,2 $\pm$ 86,9N; AbdQ: G1=212,5 $\pm$ 64,0N, G2=169,1 $\pm$ 53,6N), sendo a força de ExtJ capaz de prever aproximadamente 52% da carga máxima atingida no TCPE sintoma-limitado. **Conclusão:** Pacientes com DPOC mais sintomáticos e maior gravidade da doença apresentam maior limitação na tolerância ao exercício, sendo que a menor reserva ventilatória, déficit de oxigenação e força muscular isométrica de extensores de joelho parecem ser fatores limitantes mais pronunciados nesses pacientes.

**Palavras-chave:** doenças pulmonares, avaliação de sintomas, obstrução das vias respiratórias, contração isométrica, tolerância ao exercício.

### Abstract

**Background:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) patients can present more symptoms, but with disease progression the limiting factors of exercise capacity may occur differently according to disease severity. The aim was to determine whether there is difference on exercise capacity in more symptomatic patients with different disease severity and how the limiting factors (ventilatory, cardiovascular, oxygenation and peripheral muscles) are involved in exercise performance. **Methods:** Thirty-eight symptomatic COPD subjects (COPD assessment test  $\geq 10$  points) were assessed with: Spirometry, Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET), Six Minute Walk Test (6MWT), isometric muscle strength test of knee extensors (KExt) and hip abductors (HAbd). Subjects were grouped according to airway obstruction level [Group 1:  $FEV_1 \geq 50\%$  (n=17,  $66 \pm 9$  yrs,  $FEV_1 = 61.1 \pm 9.9\%$  pred) and Group 2:  $FEV_1 < 50\%$  (n=21,  $67.8 \pm 8.9$  yrs,  $FEV_1 = 36.3 \pm 8.5\%$  pred)]. **Results:** Group 2 subjects had significantly lower 6MWD [G1=428.9 $\pm$ 64.5m (84.1 $\pm$ 11.1% pred); G2=380.4 $\pm$ 74.9m (G2=74.8 $\pm$ 13.5%)], besides lower oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>: G1=94.9 $\pm$ 2.2%, G2=89.3 $\pm$ 3.9%) and ventilatory reserve [VE/MVV: G1=56.8(37.9–60.6)%, G2=79.9(66.8–111.6)%] in peak CPET, being that the prevalence of these condition in peak exercise occurred in higher proportion in this group. Furthermore, there were significant differences in isometric strength (KExt: G1=299.5 $\pm$ 86.5N, G2=240.2 $\pm$ 86.9N; HAbd: G1=212.5 $\pm$ 64.0N, G2=169.1 $\pm$ 53.6N) between groups, being KExt strength able to predict approximately 52% of CPET maximal load. **Conclusion:** More symptomatic COPD patients with higher disease severity present more limitation in exercise tolerance, being lower ventilatory reserve, oxygenation deficit and KExt isometric muscle strength more pronounced limiting factors in these patients.

**Keywords:** lung diseases, symptom assessment, airway obstruction, isometric contraction, exercise tolerance.

## Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) apresenta manifestações pulmonares e sistêmicas que podem afetar diferentemente cada paciente com variações na repercussão da doença. Além disso, a progressão da doença leva à piora dos efeitos pulmonares e sistêmicos, os quais contribuem para o aumento da intolerância ao exercício e piora no desempenho em atividade de vida diária (AVD)<sup>1-5</sup>.

Essas manifestações podem interferir no estado de saúde, com maiores impactos provocados pela dispneia, intolerância ao exercício e saúde psicológica. A intolerância ao exercício está associada à prejuízo no estado de saúde e principalmente no estado funcional, sendo a inatividade física a chave e consequência direta dos sintomas da DPOC<sup>6,7</sup>.

Pacientes com mais sintomas, como dispneia, apresentam frequentemente dificuldades na realização de exercícios bem como nas AVD<sup>8</sup>. A magnitude da dispneia pode depender de diversos mecanismos, como alterações ventilatórias ou fraqueza muscular respiratória e periférica, o que pode estar associado ao descondicionamento físico ou inflamação das vias aéreas e sistêmica<sup>9,10</sup>.

De maneira geral, são esses pacientes mais sintomáticos que procuram serviços de reabilitação pulmonar, uma vez que as atividades cotidianas são interferidas diretamente pelos sintomas da DPOC, diminuindo sua participação social e qualidade de vida. Os sintomas característicos da DPOC podem acometer os pacientes de maneira heterogênea, dependendo da quantidade de fatores e de que maneira afetam cada um, como, por exemplo, a gravidade da doença e presença de comorbidades<sup>11</sup>.

Isso pode ser observado na prática clínica, em que pacientes mais sintomáticos inseridos em programas de atividade física apresentam diversidade em relação ao desempenho durante o exercício físico. A limitação da capacidade de exercício nos pacientes com DPOC pode ocorrer por diversos fatores, sendo os principais: limitação ventilatória, de trocas gasosas, cardiovascular ou disfunção músculo-esquelética<sup>12</sup>. Considerando que os pacientes mais sintomáticos apresentam evolução da doença mais avançada, podem apresentar vários dos fatores limitantes conjuntamente causando pior desempenho na capacidade funcional.

Sabe-se que os pacientes com DPOC podem apresentar maior sintomatologia independentemente da gravidade da doença<sup>13</sup>, que somado às repercussões sistêmicas, podem interferir negativamente na capacidade de exercício<sup>1-5</sup>. Dentre os diversos instrumentos que podem ser utilizados para avaliar a sintomatologia e o quanto isso interfere no estado de saúde desses pacientes, o COPD Assessment Test (CAT) vem sendo amplamente utilizado, por ser um instrumento de fácil aplicação e rápida execução, sendo que pontuações maior ou igual a 10 indica alto nível de sintomas<sup>13</sup>.

Entretanto, não está claro se os pacientes com DPOC mais sintomáticos apresentam diferentes capacidades de exercício de acordo com a gravidade da doença, uma vez que a ventilação deficitária seria um fator determinante para maior intolerância ao exercício<sup>12</sup> e se o prejuízo funcional está relacionado apenas a esse fator limitante ou também às maiores repercussões sistêmicas quando comparados aos pacientes mais sintomáticos, entretanto com menor gravidade da doença.

Desse modo, identificar o quanto os fatores limitantes da capacidade de exercício interferem no desempenho funcional desses pacientes com DPOC mais sintomáticos será muito importante para conduzir prescrição de exercícios pelos profissionais de saúde na RP, visto que é a maior parte dos pacientes submetidos aos programas de exercício físico.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi identificar como os fatores limitantes ventilatório, cardiovascular, de oxigenação e muscular periférico estão envolvidos no desempenho da capacidade de exercício em cicloergômetro e se existe diferenciação da capacidade de exercício nos pacientes mais sintomáticos com diferentes gravidades da doença. O estudo teve como hipótese que a pior capacidade de exercício determinada em teste cardiopulmonar em cicloergômetro em pacientes com DPOC mais sintomáticos e com maior gravidade da doença seria explicado pela menor reserva ventilatória e pior disfunção muscular periférica, quando comparado àqueles com menor gravidade da doença.

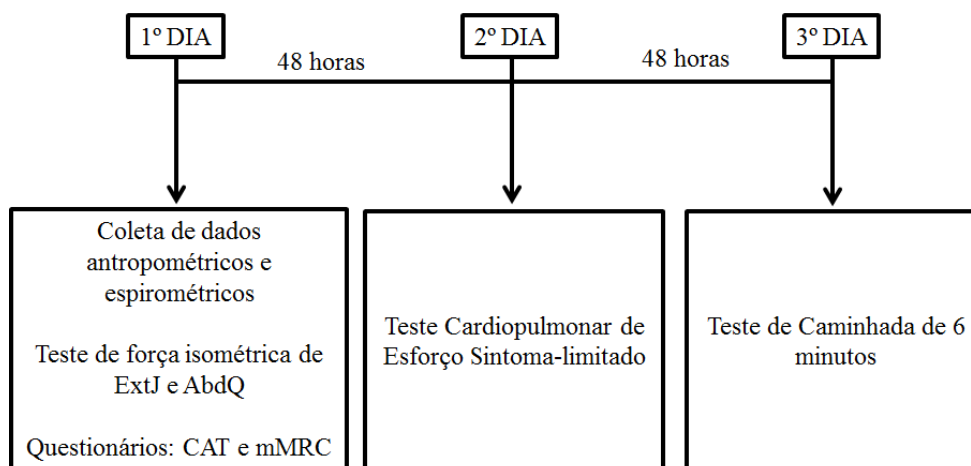
## **Métodos**

Esse foi um estudo transversal conduzido em nossa Instituição de abril de 2013 até dezembro de 2014. Uma amostra de conveniência de 54 pacientes foram elegíveis de acordo com os seguintes critérios de inclusão: diagnóstico clínico e espirométrico de



DPOC moderada a muito grave (espirometria pós-broncodilatador com relação  $VEF_1/CVF < 0.7$  e  $VEF_1 < 80\%$ )<sup>13</sup>, com pontuação maior do que 10 no *COPD Assessment Test* (CAT), indicando maior sintomatologia<sup>13</sup>, com idade maior que 50 anos, ex-fumantes, estáveis clinicamente há pelo menos 2 meses, que não fizessem uso de medicações betabloqueadoras ou digitais, sem doença cardíaca grave ou qualquer outra patologia que não permitisse a realização dos testes propostos e não participação em programas de Reabilitação Pulmonar nos últimos 6 meses. Foram excluídos do estudo paciente cuja medicação foi modificada ou apresentou exacerbação ou que não compareceu às avaliações durante o estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (número 001/2013) (Apêndice 3) e todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 4), atendendo à resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Pacientes DPOC mais sintomáticos foram divididos em 2 grupos de acordo com a gravidade da doença: volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) maior ou igual a 50% (grupo 1) e  $VEF_1$  menor do que 50% (grupo 2)<sup>13</sup>. Todos os pacientes realizaram as avaliações especificadas na figura 1, em 3 dias não consecutivos, com um intervalo mínimo de 48 horas. Adicionalmente, os pacientes foram questionados sobre o histórico de exacerbações no último ano (isto é, quantos eventos agudos ocorreram caracterizados por piora dos sintomas respiratórios além das variações normais do dia-a-dia levando a mudanças na medicação e/ou uso de serviços médicos de emergência ou hospitalização)<sup>13</sup>.



**Figura 1.** Representação cronológica das avaliações realizadas durante o estudo. **Legenda:** ExtJ: extensores de joelho; AbdQ: abdutores de quadril; CAT: *COPD Assessment Test*; mMRC: *modified Medical Research Council*.

Os questionários foram aplicados em forma de entrevista de maneira padronizada. A escala mMRC (Anexo 1) avalia o impacto da dispneia na vida diária usando uma questão, com pontuação variando de 0 a 4, em que maiores valores indicam maiores limitações<sup>14</sup>. O CAT (Anexo 2) foi utilizado para determinar o impacto da DPOC no estado de saúde, com pontuação variando de 0 a 40<sup>15,16</sup>. O IPAQ-versão curta (Anexo 3) foi utilizado para identificar o nível de atividade física dos pacientes com DPOC de acordo com o gasto de tempo estimado gasto semanalmente em diferentes atividades, com classificação como sedentário, irregularmente ativo A, irregularmente ativo B, ativo ou muito ativo<sup>17</sup>.

A capacidade de exercício foi avaliada pelo TCPE sintoma-limitado e pelo TC6min. O TCPE sintoma-limitado foi realizado em bicicleta ergométrica com frenagem eletromagnética (Ergo-FIT<sup>®</sup>, model Ergo 167 Cycle) associado ao uso de sistema metabólico portátil ( $VO_{2000}$  *Exercise Testing System* - MedGraphics), com monitorização eletrocardiográfica (ECG), de acordo com recomendações da *American Thoracic Society (ATS)*<sup>18</sup>. A ventilação e captação dos gases foram obtidas a cada três respirações. O paciente iniciava sentado em repouso com captura da troca gasosa e ventilação pelo sistema metabólico no estado estável por 3 minutos. Após 3 minutos de repouso, pacientes realizaram 1 minuto de aquecimento a 15W (carga mínima), seguidos de incrementos de 5W a cada 2 minutos<sup>19</sup>, com cadência de pedalada entre 50 e 60rpm. Como critérios de interrupção do teste, foram considerados: pressão arterial

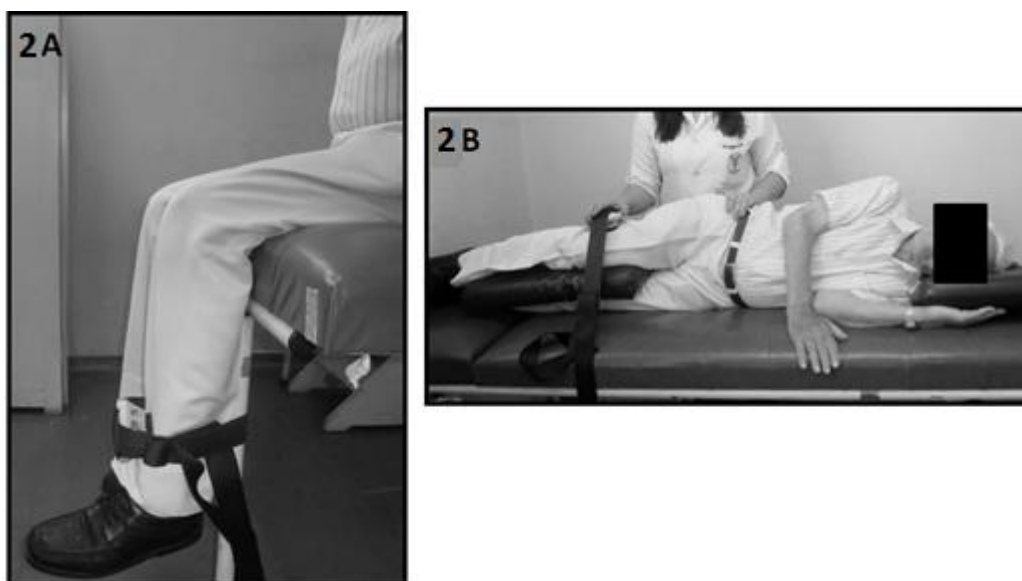
sistólica (PAS) > 180mmHg ou queda > 20 mmHg durante o teste, pressão arterial diast[olica (PAD) >100mmHg, SpO<sub>2</sub><80%, FC > 85% da FC máxima prevista, alterações sugestivas de isquemia ou arritmia no ECG, incapacidade de manter a cadência de pedalada, sinais e sintomas como dor torácica, sudorese, visão turva, confusão mental, tontura, cianose, dispneia intolerável ou ainda solicitação de interrupção pelo paciente, cuja causa era registrada pelo avaliador<sup>18-19</sup>. Apenas 3 pacientes faziam uso de oxigenoterapia domiciliar noturna, entretanto todos realizaram o teste sem suplementação de oxigênio. As variáveis foram analisadas no pico do TCPE em valores absolutos, corrigidos pelo peso ou em porcentagem do predito de acordo com equações específicas<sup>19-22</sup>. As variáveis consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>), produção de gás carbônico (VCO<sub>2</sub>) e ventilação foram utilizadas para avaliação da demanda metabólica e reserva ventilatória (ventilação minuto/ ventilação voluntária máxima - VE/VVM) durante o teste, além da avaliação da oxigenação (SpO<sub>2</sub>), cardiovascular (%FCmax, PAS e PAD) e músculo-esquelética (carga máxima atingida e fadiga de MMII). O cálculo da VVM foi realizado de maneira indireta<sup>22</sup>, a frequência cardíaca prevista foi calculada de acordo com a fórmula 220-idade para homens e 210-idade para mulheres<sup>23</sup> e foi utilizada a escala de Borg CR-10 para caracterização da dispneia e fadiga em MMII durante o exercício. Para essa avaliação, vale ressaltar que coleta de dados não foi possível para todos os pacientes devido à indisponibilidade dos equipamentos durante a coleta de dados, que passou por manutenção para reparos técnicos, reduzindo-se o tamanho da amostra pontualmente.

O TC6min foi realizado de acordo com as recomendações internacionais da ATS<sup>24</sup>, em que os pacientes devem andar a maior distância possível durante 6 minutos (DPTC6min), sendo que essa medida indica a capacidade funcional. Foram realizados dois testes para eliminar o efeito de aprendizado e o a maior distância foi usada para análise. Valores de referência de Soares e colaboradores<sup>25</sup> foram utilizados.

A força muscular isométrica de ExtJ e AbdQ foi avaliada pelo membro dominante usando dinamômetro portátil *hand-held* (*Microfet 2, Hoggan – Health Industries, West Jordan, UT, USA*). Foram avaliados esses músculos por serem considerados críticos para ortostatismo e deambulação. A posição para avaliação de ExtJ foi com o paciente sentado na maca, membros inferiores livres, 90° de flexão de quadril e de joelho, mãos repousando na maca e mão do avaliador posicionada na coxa para isolar o movimento e evitar compensações<sup>26</sup>. O dinamômetro foi posicionado

perpendicularmente ao membro, por uma faixa inextensível, na região anterior da tíbia, aproximadamente 5 cm acima do maléolo lateral do membro dominante<sup>26,27</sup> (figura 2A). Para avaliação de força isométrica de AbdQ, o paciente foi deitado em decúbito lateral, com membro dominante para cima, com um travesseiro entre as pernas. Uma mão do avaliado foi mantida próxima à crista ilíaca, para estabilização do quadril do paciente. O dinamômetro foi posicionado perpendicularmente ao membro dominante, por uma faixa inextensível, aproximadamente 5 cm acima da linha articular lateral do joelho<sup>28</sup> (figura 2B).

Pacientes foram instruídos a realizar uma contração máxima durante 4 segundos no mínimo, a fim de atingir o máximo recrutamento das fibras musculares. Três repetições foram realizadas para cada grupo muscular e a média das duas últimas repetições<sup>29</sup> foi usada para quantificar a força (em Newtons). Todas as medidas foram conduzidas pelo mesmo avaliador. Medidas extras foram realizadas se a variação entre as medidas fosse maior que 10%. Para evitar fadiga muscular, 30 a 60 segundos de repouso foram considerados entre as repetições. Os valores foram expressos em valores absolutos e porcentagem no predito, calculado pelas equações de normalidade propostas por Andrews e colaboradores<sup>29</sup>. Foi realizada análise de confiabilidade da medida, com teste-reteste pelo mesmo avaliador, com 1 semana de intervalo entre as avaliações, sendo encontrados coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,98 e 0,91 para os músculos ExtJ e AbdQ, respectivamente.



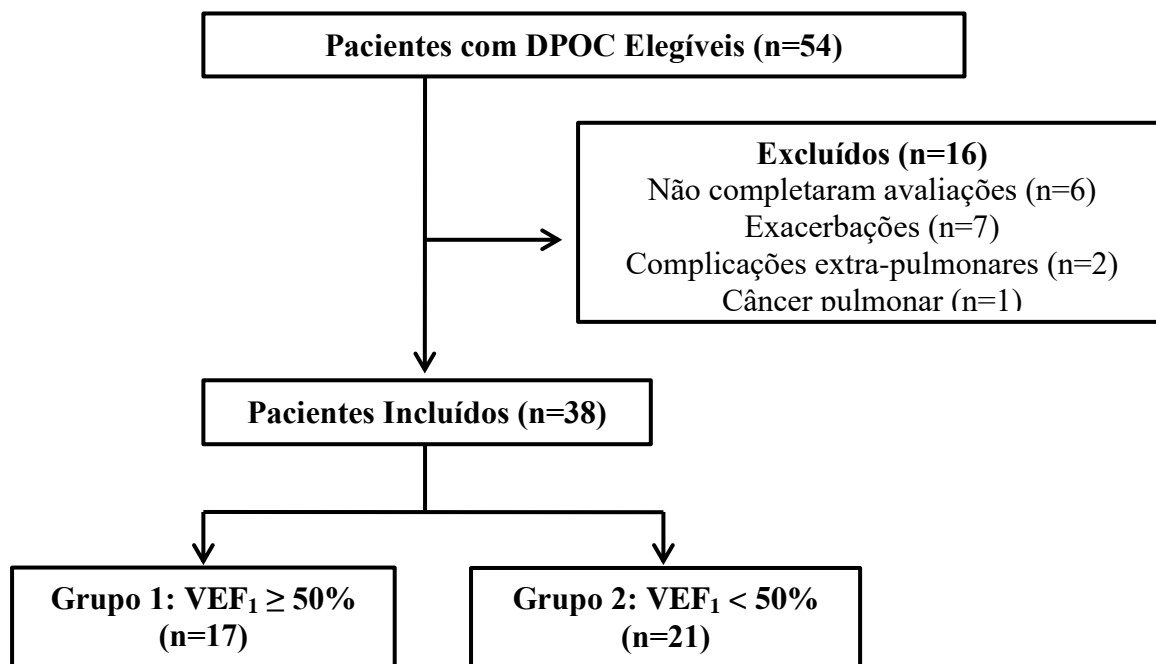
**Figura 2:** A= Posição para avaliação da força muscular isométrica de extensores de joelho; B= Posição para avaliação da força muscular isométrica de abdutores de quadril.

Na análise de dados, a distribuição dos dados foi avaliada pelo Teste de Shapiro-Wilk. As variáveis com distribuição normal foram expressas em média  $\pm$  desvio padrão e aquelas com distribuição não normal foram expressas em mediana (intervalo interquartilico). Diferenças entre os grupos foram avaliadas pelo Teste T de Student e pelo seu equivalente não paramétrico, Teste de Mann-Whitney. Teste de Qui-quadrado foi adotado para avaliar diferenças entre proporções das variáveis nominais. Para a análise de correlação entre a força muscular periférica, FC, SpO<sub>2</sub> e VE/VVM no pico do exercício com o desempenho nos testes de capacidade de exercício, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson ou de Spearman. Posteriormente, foi realizada a análise de Regressão Linear, método stepwise, para identificar qual variável é capaz de prever independentemente o desempenho no TCPE sintoma-limitado em cada grupo, através da carga máxima atingida nesse teste. Foi utilizado o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows, versão 20.0, sendo adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ . Após as análises estatísticas, o poder dos testes foi calculado com o programa G\*Power, versão 3.0.10, sendo encontrado poder maior do que 80% para SpO<sub>2</sub>, VVM e VE/VVM no pico do TCPE e poder menor do que 80% para DPTC6min, em metros e porcentagem do predito, força isométrica de ExtJ e AbdQ, máxima carga atingida e tempo total de duração do TCPE sintoma-limitado.

## **Resultados**

Cinquenta e quatro pacientes elegíveis foram recrutados, sendo que 38 pacientes foram incluídos no estudo (figura 3). Todos os pacientes do grupo 1 foram classificados como GOLD II e no grupo 2, 61,9% e 38,1% dos pacientes foram classificados em GOLD III e IV, respectivamente. A caracterização da amostra nos grupos 1 e 2 estão apresentadas na tabela 1. Diferenças significativas foram encontradas, com menor IMC e VEF<sub>1</sub> nos pacientes do grupo 2. Além disso, na classificação do nível de atividade

física, pacientes do grupo 2 apresentaram maior proporção classificados em Irregularmente ativo A quando comparado com pacientes do grupo 1.



**Figura 3:** Fluxograma dos pacientes incluídos e excluídos do estudo.

**Tabela 1.** Dados antropométricos e espirométricos, sintomas, histórico de tabagismo e exacerbações, uso de oxigênio e medicamentos, e nível de atividade física nos grupos 1 e 2.

	<b>Grupo 1</b> (n=17)	<b>Grupo 2</b> (n=21)	<b>p</b>
<b>Homens, n(%)</b>	13 (76,5)	12 (57,1)	0,21
<b>Idade (anos)</b>	66 ± 9	68 ± 9	0,55
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,4 ± 6,3	23,5 ± 4,5	0,03*
<b>%VEF<sub>1</sub></b>	61,1 ± 9,9	36,3 ± 8,5	<0,001*
<b>mMRC</b>	2 (1 – 3)	2 (2 – 3)	0,12
<b>CAT</b>	14 (12 - 21)	22 (14 – 26)	0,07
<b>Índice de Comorbidades de Charlson</b>	1 (1 - 2)	1 (1 – 2)	0,75
<b>Histórico de exacerbações, n(%)</b>	7 (41,2)	12 (57,1)	0,33
<b>Oxigenoterapia domiciliar noturna, n(%)</b>	1 (5,9)	2 (9,5)	0,68
<b>Medicamentos, n(%)</b>			
Broncodilatador	15 (88,2)	19 (90,5)	0,82
Broncodilatador + corticosteroide inalatório	15 (88,2)	19 (90,5)	0,82
Corticosteroide sistêmico	0 (0)	2 (9,5)	0,19
<b>Nível de atividade física</b>			
Sedentário	3 (17,7)	3 (14,3)	0,78
Irregularmente Ativo B	5 (29,4)	5 (23,8)	0,70
Irregularmente Ativo A	1 (5,9)	7 (33,3)	0,04 <sup>§</sup>
Ativo	8 (47,0)	5 (23,8)	0,13
Muito Ativo	0 (0)	1 (4,8)	0,36

Valores expressos em média ± desvio padrão(DP), mediana (intervalo interquartil) ou número de pacientes (porcentagem do total em cada grupo). **Legenda:** n= número de pacientes; m=metros; kg=quilogramas; IMC=índice de massa corpórea; %=porcentagem do predito; VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo; mMRC= *modified medical research council*; CAT= *COPD Assessment Test*. Teste T de Student para amostras independentes: \*p<0,05; Teste de Mann-Whitney: †p<0,05; Test Qui-quadrado: §p<0,05.

A tabela 2 refere-se aos parâmetros alcançados no TCPE sintoma-limitado nos grupos 1 e 2. VO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub> e VE picos não foram diferentes entre os grupos. Foi encontrada reserva ventilatória diminuída no pico do exercício [VE/VVM=79,9 (66,8 – 111,6) %] nos pacientes do grupo 2. Esses pacientes também alcançaram menor SpO<sub>2</sub> no pico do TCPE comparado ao grupo 1.

**Tabela 2:** Valores pico alcançados no Teste Cardiopulmonar de Esforço Incremental sintoma-limitado e motivos de interrupção nos grupos 1 e 2.

	<b>Grupo 1</b> (n=13)	<b>Grupo 2</b> (n=16)	<b>P</b>
<b>VO<sub>2</sub> (l/min)</b>	1,03 ± 0,19	0,90 ± 0,29	0,07
<b>VO<sub>2</sub> (%pred)</b>	79,7 (71,1 – 91,9)	91,8 (75,2 – 116,1)	0,19
<b>VO<sub>2</sub> (ml/kg.min)</b>	12,6 (10,3 – 15,4)	13,9 (11,9 – 15,7)	0,39
<b>VCO<sub>2</sub> (l/min)</b>	1,07 ± 0,30	0,98 ± 0,37	0,49
<b>VCO<sub>2</sub> (ml/kg.min)</b>	14,0 (10,9 – 16,2)	15,0 (11,1 – 18,1)	0,43
<b>VE (l/min)</b>	30,2 ± 6,8	26,0 ± 5,5	0,08
<b>VVM (l/min)</b>	63,4 ± 14,4	32,5 ± 12,3	<0,001*
<b>VE/VVM (%)</b>	56,8 (37,9 – 60,6)	79,9 (66,8 – 111,6)	<0,001†
<b>Carga máxima (W)</b>	35 (25 – 45)	25 (20 - 30)	0,08
<b>Tempo (s)</b>	432 (330 – 686)	285 (220-418)	0,06
<b>FC (bpm)</b>	103,2 ± 12,1	109,6 ± 10,3	0,14
<b>FC (%pred)</b>	68,9 ± 8,3	74,5 ± 8,7	0,09
<b>PAS (mmHg)</b>	160,8 ± 16,1	155,0 ± 21,2	0,43
<b>PAD (mmHg)</b>	91,9 ± 9,7	89,7 ± 10,1	0,55
<b>SpO<sub>2</sub> (%)</b>	94,9 ± 2,2	89,3 ± 3,9	<0,001*
<b>Dispneia – Borg (pontos)</b>	4 (3– 4)	3 (2 – 4)	0,53
<b>Fadiga MMII – Borg (pontos)</b>	5 (4 – 5)	4 (1 – 7)	0,45
<b>Motivos para interrupção, n(%)</b>			
Dispneia	3 (23,1)	6 (37,5)	0,40
Fadiga MMII	6 (46,1)	5 (31,2)	0,41
Não manutenção do ritmo	1 (7,7)	1 (6,3)	0,88
Pressão arterial	3 (23,1)	4 (25,0)	0,90

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP), mediana (intervalo interquartilico) ou número de pacientes (porcentagem do total em cada grupo). **Legenda:** VO<sub>2</sub>= consumo de oxigênio; l=litros; min=minutos; %=porcentagem; ml=millilitros; kg=quilogramas; VCO<sub>2</sub>= produção de gás carbônico; VE=ventilação minuto; VVM= ventilação voluntária máxima; W=watts; s=segundos; FC= frequência cardíaca; bpm=batimentos por minuto, PAS= pressão arterial sistólica, PAD= pressão arterial diastólica; SpO<sub>2</sub>= saturação periférica de oxigênio; MMII=membros inferiores. Teste T de Student T para amostras independentes: \*p<0,05; Teste de Mann-Whitney: †p<0,05.

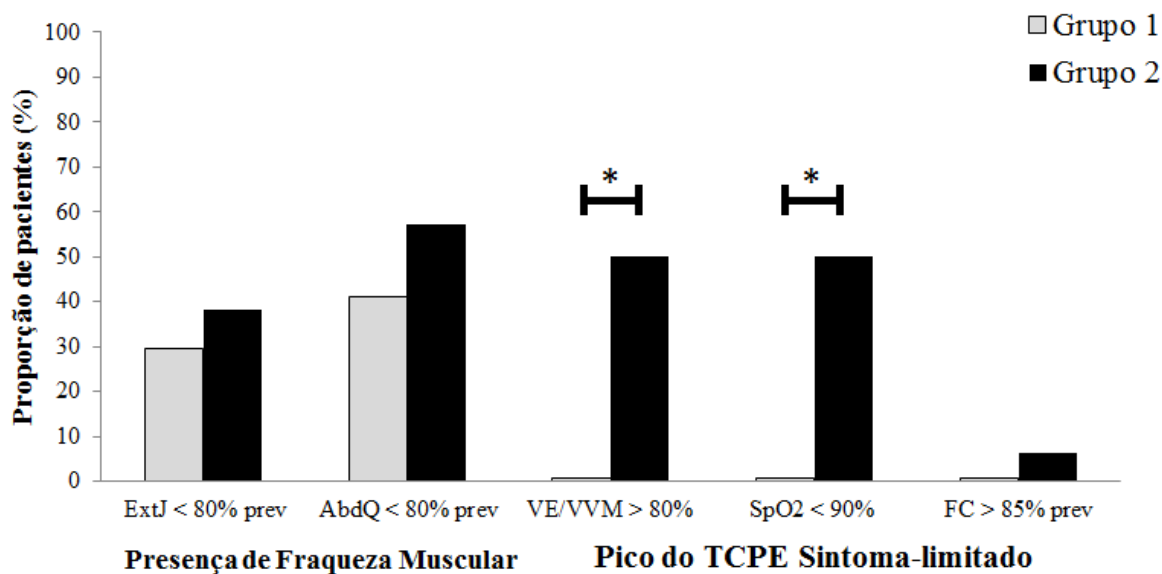


Foram encontradas diferenças para DPTC6min (em metros e porcentagem do predito), bem como para a força de ExtJ e AbdQ (em valores absolutos), sendo significativamente menor no grupo 2 (tabela 3). Ao agrupar os pacientes de acordo com a presença de fraqueza muscular em ExtJ e AbdQ (<80% do predito<sup>30</sup>), não foram encontradas diferenças entre os grupos 1 e 2 na prevalência de fraqueza muscular isométrica para ambos os grupos musculares pelo Teste Qui-quadrado (ExtJ: p=0.57; AbdQ: p=0.33) (figura 4). Ao associar baixa reserva ventilatória (VE/VVM >85% para homens e >75% para mulheres<sup>19</sup>), baixa SpO<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub><90%) e FC acima da submáxima (FC > 85% do previsto) no pico do exercício entre os grupos 1 e 2, foi observada maior proporção de pacientes com baixa reserva ventilatória (p=0,003) e SpO<sub>2</sub> (p=0,003) no grupo 2, sendo que essa associação não ocorreu para a FC acima da submáxima (p=0,36) (figura 4).

**Tabela 3:** Distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 Minutos e força muscular periférica nos grupos 1 e 2.

	<b>Grupo 1</b> (n=17)	<b>Grupo 2</b> (n=21)	<b>P</b>
<b>DPTC6min (m)</b>	428,9 ± 64,5	380,4 ± 74,9	0,04*
<b>DPTC6min (% pred)</b>	84,1 ± 11,1	74,8 ± 13,5	0,03*
<b>Força isométrica</b>			
ExtJ (N)	299,5 ± 86,5	240,2 ± 86,9	0,04*
%ExtJ	85,7 ± 19,8	81,8 ± 19,9	0,55
AbdQ (N)	212,5 ± 64,0	169,1 ± 53,6	0,03*
%AbdQ	86,6 ± 25,7	79,6 ± 22,8	0,38

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP) ou mediana (intervalo interquartilico). **Legenda:** m=metros; %=porcentagem do predito; DPTC6min = distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos; ExtJ = extensores de joelhos; AbdQ = abdutores de quadril; N=newtons. Teste T de Student para amostras independentes: \*p<0,05; Teste de Mann-Whitney: †p<0,05.



**Figura 4:** Prevalência de fraqueza muscular isométrica, presença de baixa reserva ventilatória, baixa oxigenação e frequência cardíaca acima da submáxima no pico do TCPE Sintoma-limitado nos pacientes dos grupos 1 e 2. **Legenda:** ExtJ: extensores de joelho; AbdQ: abdutores de quadril; VE:ventilação minuto; VVM:ventilação voluntária máxima; SpO<sub>2</sub>: Saturação periférica de oxigênio; FC:frequência cardíaca; TCPE: Teste Cardiopulmonar de Esforço. Teste Qui-quadrado: \*p<0,05.

Foram encontradas relações positivas entre o desempenho na capacidade de exercício (carga atingida no TCPE sintoma-limitado) e ExtJ ( $r=0,71$ ), em valor absoluto, apenas para os pacientes do grupo 2. Essas relações não foram encontradas entre as variáveis ventilatória, cardiovascular e de oxigenação. Para os pacientes do grupo 1, nenhuma correlação foi significativa. Após realizar a regressão linear, método *stepwise*, com as variáveis independentes que apresentaram correlação no grupo 2 com o desempenho na capacidade de exercício, apenas a variável ExtJ mostrou-se capaz de prever independentemente a carga máxima atingida no TCPE sintoma-limitado ( $p=0,002$ ), explicando aproximadamente 52% do desempenho no teste ( $r^2=0,523$ ).

## Discussão

O presente estudo verificou como a gravidade da doença influencia na capacidade de exercício em pacientes com DPOC mais sintomáticos. Os principais

resultados encontrados foram que pacientes mais sintomáticos com maior grau de obstrução ao fluxo aéreo apresentam menor reserva ventilatória e déficit de oxigenação no pico do TCPE sintoma-limitado, sendo que a prevalência dessas condições no pico do exercício ocorreu em maior proporção nesse grupo de pacientes, quando comparados aos pacientes mais sintomáticos com menor grau de obstrução nas vias aéreas, podendo esses fatores influenciar na capacidade de exercício nesses pacientes. Além disso, apesar da presença de disfunção muscular periférica não ser diferente entre os grupos, a força muscular isométrica de ExtJ foi capaz de prever aproximadamente 52% do desempenho no TCPE sintoma limitado nos pacientes mais sintomáticos com maior gravidade da doença.

Os achados do presente estudo sugerem que pacientes com DPOC mais sintomáticos e com maior gravidade da doença tendem a apresentar maiores prejuízos funcionais, levando em conta que a DPOC é uma doença complexa e heterogênea em que sua apresentação clínica varia significativamente independente do grau de obstrução ou dispneia<sup>31</sup>. Bem como sua taxa de progressão, da função pulmonar, dos efeitos sistêmicos e das comorbidades, contribui para intensificar manifestações clínicas em um ciclo vicioso<sup>32</sup>.

Em relação à capacidade de exercício, o TCPE sintoma-limitado mostrou valores similares alcançados para o  $VO_2$  e  $VCO_2$  pico, absoluto e corrigido pelo peso, nos dois grupos, indicando que ambos alcançaram demandas similares. De acordo com *Clinical recommendations for CPET data assessment in specific subject populations*<sup>33</sup>,  $VO_2$  pico menor do que  $10mlO_2/kg.min$  é indicativo de pior prognóstico em pacientes com DPOC. No presente estudo, aproximadamente 81,3% dos pacientes do grupo 2 e 84,6% dos pacientes do grupo 1 completaram o TCPE sintoma-limitado com  $VO_2$  pico acima desse limiar, sendo considerado um melhor prognóstico para ambos os grupos.

Em relação ao tempo total no TCPE, os achados mostraram que os pacientes do grupo 1 e 2 realizaram o TCPE sintoma-limitado com mediana de aproximadamente 7 e 5 minutos, respectivamente, valores que corroboram estudo de Benzo e colaboradores<sup>34</sup>, em que observaram que o tempo ótimo para realização do TCPE em pacientes com DPOC GOLD III e IV sem dessaturação deve ser entre 5 e 9 minutos, a fim de atingir o  $VO_2$  pico em um protocolo de rampa.

No presente estudo, a carga máxima atingida no TCPE sintoma-limitado no grupo 1 [35(25-45)W] e no grupo 2 [25(20-30)W] foi abaixo da carga máxima atingida no estudo de Sillen e colaboradores<sup>31</sup>, em que 101 pacientes com DPOC GOLD D com dispneia graduada em 4 ou 5 na MRC alcançaram carga máxima de 44±13W. Essa diferença pode ter ocorrido devido aos diferentes incrementos de carga nos protocolos e ao aquecimento que foi realizado sem carga no estudo citado<sup>31</sup>.

Ambos os grupos interromperam o TCPE sintoma-limitado com a FC abaixo da FC máxima prevista e com PAS e PAD abaixo dos valores considerados para interrupção do teste, sem diferenças entre os grupos. Foi observado que a razão para a interrupção do teste em 76,9% dos pacientes do grupo 1 e em 75% dos pacientes do grupo 2 foi sensação de dispneia ou limitação muscular periférica. Esses resultados sugerem que a limitação cardiovascular não foi um determinante para interrupção do TCPE para a maioria dos pacientes do presente estudo.

Além disso, não foram encontradas diferenças quanto à pontuação de dispneia na carga pico considerando que todos os pacientes são semelhantes quanto à sintomatologia no teste, entretanto os pacientes do grupo 2 apresentaram maior razão VE/VVM no pico do exercício. Isso pode ocorrer pois a magnitude da dispneia depende de vários mecanismos ventilatórios, como alterações do espaço morto fisiológico, hiperinsuflação pulmonar, hipoxemia, hipercapnia e/ou fraqueza muscular respiratória e periférica<sup>9,10,35</sup>. No presente estudo, 50% dos pacientes do grupo 2 alcançaram SpO<sub>2</sub> menor do que 90% no pico do TCPE, o que pode justificar uma maior demanda ventilatória, uma vez que a hipóxia durante o exercício aumenta a ventilação pulmonar, influenciando também em maior sensação de dispneia<sup>12</sup>.

Adicionalmente, pacientes do grupo 2 apresentaram menor DPTC6min e porcentagem da distância prevista abaixo de 80%, sendo considerada como pior funcionalidade<sup>36,37</sup>. Esses pacientes apresentaram diferença de 48,5m na DPTC6min quando comparados aos pacientes do grupo 1, indicando menor tolerância ao exercício físico, o que reflete em aspectos do dia-a-dia, como diminuição nas participações em atividades sociais e qualidade de vida<sup>38-40</sup>.

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas para a carga máxima atingida no TCPE entre os grupos, existe uma tendência de que os pacientes do grupo 2 apresentem menor carga máxima tolerada, indicando que possam apresentar

pior desempenho no TCPE, além de limitações na ventilação e oxigenação, uma vez que o nível de significância está abaixo de 0,10, corroborando a menor DPTC6min para esses pacientes.

Dessa forma, os achados indicam uma maior limitação na capacidade de exercício nos pacientes do grupo 2 quando comparados aos pacientes do grupo 1, sendo a limitação ventilatória e de oxigenação importantes fatores de interferência<sup>35</sup>. Adicionalmente, a eficiência mecânica (trabalho/O<sub>2</sub> consumido) prejudicada também pode influenciar na intolerância ao exercício<sup>41,42</sup>. Estudo de Baarens e colaboradores<sup>41</sup> mostrou que eficiência mecânica diminuída está associada com resposta ventilatória aumentada com consequente redução do pico da capacidade de exercício.

Em relação à força muscular periférica isométrica, o presente estudo encontrou menor valor absoluto para força isométrica de ExtJ e AbdQ nos pacientes do grupo 2. Entretanto, quando esse valor foi corrigido pelo gênero, peso e idade, essa diferença não foi confirmada<sup>28</sup>. Isso porque, no presente estudo, os grupos foram homogêneos em relação ao gênero e idade, mas os pacientes do grupo 2 tiveram menor peso do que pacientes do grupo 1. Esse é um achado relevante uma vez que pacientes do grupo 2 apresentaram menor peso e IMC, com desvio padrão abaixo de 21 kg/m<sup>2</sup>, valor determinado por Celli e colaboradores<sup>43</sup> como valor correspondente à relação inversa entre IMC e taxas de sobrevivências.

Entretanto, os resultados mostraram não haver diferenças entre os grupos para os valores de força isométrica em porcentagem do predito, e associado às semelhanças entre os grupos para fadiga de MMII pico no TCPE além da não relação entre essa variável e o desempenho nos testes de capacidade de exercício, não se pode afirmar que a presença de disfunção muscular periférica seja um dos fatores que interfiram na diferenciação do desempenho ao exercício nos pacientes com DPOC mais sintomáticos com diferentes gravidades da doença.

Existe forte evidência de que a fadiga em MMII é um importante fator limitante para o desempenho no exercício em pacientes com DPOC<sup>12</sup>, entretanto não foram encontradas diferenças quanto a essa variável para os pacientes mais sintomáticos com diferentes graus de obstrução da via aérea, demonstrando que a disfunção muscular periférica isométrica e sua interferência na capacidade de exercício parece ser semelhante entre os grupos.

Adicionalmente, em relação à força de ExtJ, 29,4% dos pacientes do grupo 1 e 38,1% dos pacientes do grupo 2 apresentaram valores menores do que 80% do predito, indicando a presença de disfunção muscular isométrica<sup>30</sup>. Esses valores estão de acordo com a prevalência de fraqueza de quadríceps em pacientes com DPOC, cuja maior porcentagem é observada nos pacientes com maior grau de obstrução, entretanto sem diferenças significativas entre as classificações I, II, III e IV da GOLD<sup>44</sup>.

Em contrapartida, apenas no grupo 2 o valor absoluto da força isométrica de ExtJ foi capaz de prever independentemente o desempenho no TCPE sintoma-limitado, ou seja, os pacientes mais sintomáticos com maior gravidade da doença têm sua capacidade de exercício influenciada pela força isométrica de ExtJ, porém não relacionado com a presença de disfunção muscular periférica isométrica, remetendo novamente ao fato de que esses pacientes apresentam menor peso, IMC e força muscular isométrica absoluta. Considerando que pacientes com menor massa muscular produzem menor força e possuem menor resistência muscular periférica, isso pode ter ocorrido pelo fato desses pacientes apresentarem maior limitação na capacidade de realizar um exercício em cicloergômetro com grande exigência da musculatura específica<sup>40,45</sup>.

### **Considerações metodológicas**

O uso do dinamômetro *hand-held* para avaliação da força muscular isométrica, não sendo o padrão-ouro para esse tipo de avaliação, pode ser uma limitação do estudo, entretanto esse dinamômetro é considerado reprodutível e responsável para avaliação de força muscular em pacientes com DPOC, com bons coeficientes de confiabilidade para Abdq (ICC=0,89) e ExtJ (ICC=0,87)<sup>27</sup>.

O cicloergômetro utilizado para o TCPE apresentava carga mínima de 15W, portanto os pacientes iniciavam o aquecimento com essa carga, o que pode ter influenciado no desempenho do teste, entretanto ambos os grupos realizaram os testes no mesmo equipamento e acredita-se que essa não seja uma limitação para comparação entre os grupos.

### **Limitações do estudo**

O presente estudo teve como limitação um número menor do que a amostra total de pacientes que realizaram o TCPE sintoma-limitado, entretanto o poder dos testes foi satisfatório para a maioria das variáveis no TCPE sintoma-limitado. Além disso, não foi possível avaliar e comparar o desempenho físico de pacientes menos sintomáticos; entretanto esse não era o objetivo do estudo, uma vez que o estudo foi realizado com uma amostra de conveniência que justamente é a maioria dos pacientes que procuram serviços de Reabilitação Pulmonar, ou seja, pacientes com DPOC mais sintomáticos.

### **Conclusão**

Pacientes com DPOC classificados como mais sintomáticos pelo CAT e maior gravidade da doença apresentam pior desempenho na capacidade de exercício em cicloergômetro quando comparados àqueles mais sintomáticos e menor gravidade, sendo que a menor reserva ventilatória e déficit de oxigenação parecem ser fatores limitantes mais pronunciados e ocorrendo em maior proporção nesses pacientes durante o exercício físico, além de que a força muscular isométrica de membros inferiores desses pacientes é capaz de prever sua capacidade de exercício, de forma que essa diferenciação deve ser avaliada com mais cuidado no processo de reabilitação pulmonar.

## Referências

1. Agusti A, Edwards LD, Celli B, MacNee W, Calverley PMA, Mullerova H, et al. Characteristics, stability and outcomes of the 2011 GOLD COPD groups in the ECLIPSE cohort. *Eur Respir J* 2013;42(3):636-46.
2. Boland MRS, Tsiachristas A, Kruijs AL, Chavannes NH, Rutten-van Molken MPMH. Are GOLD ABCD groups better associated with health status and costs than GOLD 1234 grades? A cross-sectional study. *Prim Care Respir J* 2014;23(1):30-7.
3. Johannessen A, Nilsen RM, Storebe M, Gulsvik A, Eagan T, Bakke Per. Comparison of 2011 and 2007 Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease guidelines for predicting mortality and hospitalization. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188(1):51-9.
4. Han MK, Mullerova H, Curran-Everett D, Dransfield MT, Washko GR, Regan EA, et al. GOLD 2011 disease severity classification in COPD Gene: a prospective cohort study. *Lancet Respir Med* 2013;1(1):43-50.
5. Goossens LMA, Leimer I, Metzdorf N, Becker K, Rutten-van Molken MPMH. Does the 2013 GOLD classification improve the ability to predict lung function decline, exacerbations and mortality: a post-hoc analysis of the 4-year UPLIFT trial. *BMC Pulm Med* 2014;14:163.
6. Tsiligianni I, Kocks J, Tzanakis N, Siafakas N, van der Molen T. Factors that influence disease-specific quality of life or health status in patients with COPD: a review and meta-analysis of Pearson correlations. *Prim Care Respir J*. 2011;20(3):257–268.
7. Jones PW, Watz H, Wouters EFM, Cazzola M. COPD: the patient perspective. [Int J Chron Obstruct Pulmon Dis](#). . 2016;11:13-20.
8. Kinsman RA, Yaroush RA, Fernandez E, Dirks JF, Schocket M, Fukuhara J. Symptoms and experiences in chronic bronchitis and emphysema. *Chest* 1983;83(5):755-761
9. Mahler DA. Mechanisms and measurement of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2006;3(3):234-238.
10. O'Donnell DE, Banzett RB, Carrieri-Kohlman V, Casaburi R, Davenport PW, Gandevia SC, et al. Pathophysiology of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease: a roundtable. *Proc Am Thorac Soc* 2007;4(2):145-168.)



11. Simon KM, Carpes MF, Correa KS, dos Santos K, Karloh M, Mayer AF. Relationship between daily living activities (ADL) limitation and the BODE index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(3):212–218
12. Stendardi L, Binazzi B, Scano G. Exercise dyspnea in patients with COPD. *Intern J COPD.* 2007;2(4):429-39.
13. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). 2013. Available from: <http://www.goldcopd.org/>.
14. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol* 2008;34(12):1008-18.
15. Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen WH, Leidy NK. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J* 2009;34(3):648-54.
16. Silva GPF, Morano MTAP, Viana CMS, Magalhães CBA, Pereira EDB. Portuguese-language version of the COPD Assessment Test: validation for use in Brazil. *J Bras Pneumol* 2013;39(4):402-8.
17. Matsudo S, Timóteo A, Marsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC et al. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): study of validity and reliability in Brazil. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2001;6(2):5-18.
18. American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-77.
19. Neder JA, Nery LE. Cardiopulmonary exercise test. *J Pneumol* 2002;28(Suppl 3):S166-206.
20. Carter R, Nicotra B, Huber G. Differing effects of airway obstruction on physical work capacity and ventilation in men and women with COPD. *Chest* 1994;106(6):1730-9.
21. Velloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. *Chest* 2003;123(4):1047-53.

22. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res* 1999;32(6):719-27.
23. Karvonen JJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a "longitudinal" study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957; 35: 307-15.
24. American Thoracic Society Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7.
25. Soares MR, Pereira CAC. Six-minute walk test: reference values for healthy adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2011;37(5):576-83.
26. Eisner MD, Iribarre C, Yelin EH, Sidney S, Kats PP, Ackerson L, et al. Pulmonary Function and the Risk of Functional Limitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Epidemiol* 2008;167:1090–101.
27. O’Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring Muscle Strength for People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Retest Reliability of Hand-Held Dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:32-6.
28. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip Strength in Females with and without Patellofemoral Pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:671-76.
29. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with handheld dynamometers. *Phys Ther* 1996;76:248-59.
30. Nellessen AG, Donária L, Hernandez NA, Pitta F. Analysis of three different equations for predicting quadriceps femoris muscle strength in patients with COPD. *J Bras Pneumol.* 2015;41(4):305-12.
31. Sillen MJH, Franssen FME, Delbressine JML, Uszko-Lencer NHMK, Vanfleteren LEGW, Rutten EPA, et al. Heterogeneity in clinical characteristics and comorbidities in dyspneic individuals with COPD GOLD D: findings of DICES trial. *Respir Med* 2013;107(8):1186-94.
32. Roca J, Vargas C, Cano I, Selivanov V, Barreiro E, Maier D, et al. Chronic obstructive pulmonary disease heterogeneity: challenges for health risk assessment, stratification and management. *J Transl Med* 2014;12(Suppl 2):53-63.
33. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L, et al. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation* 2012;126(18):2261-74.

34. Benzo RP, Paramesh S, Patel SA, Slivka WA, Scirba FC. Optimal protocol selection for Cardiopulmonary Exercise Testing in severe COPD. *Chest* 2007;132(5):1500-5.
35. Barusso MS, Gianjeppe-Santos J, Basso-Vanelli R, Regueiro EM, Panin JC, Pires Di Lorenzo VA. Limitation of activities of daily living and quality of life based on COPD combined classification. *Respir Care* 2015;60(3):388-98.
36. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J* 1999;14(2):270-4.
37. Moreira GL, Donaria L, Furlanetto KC, Paes T, Sant'Anna T, Hernandez NA, et al. GOLD BCD groups or GOLD 234 grades: Which one better reflects the functionality of patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Chron Respir Dis* 2015;12(2):102-10.
38. Dourado VZ, Antunes LCO, Carvalho LR, Godoy I. Influence of general clinical parameters on the quality of life of chronic obstructive pulmonary disease patients. *J Bras Pneumol* 2004;30(3):207-14.
39. Watz H, Waschki B, Meyer T, Magnussen H. Physical activity in patients with COPD. *Eur Respir J* 2009;33(2):262-72.
40. Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle E, Debigare R, et al. An official American Thoracic Society/ European Respiratory Society Statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;189(9):15-62.
41. Baarends EM, Schols AMW, Akkermans MA, Wouters. Decreased mechanical efficiency in clinically stable patients with COPD. *Thorax* 1997;52:981-6.
42. Hoff J, Tjonna AE, Steinsham S, Hoydal M, Richardson RS, Helgerud J. Maximal strength training of the legs in COPD: a therapy for mechanical inefficiency. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):220-6.
43. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Oca MM, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004;350:1005-12.
44. Seymour JM, Spruit MA, Hopkinson NS, Sathyapala SA, Man WD-C, Jackson A, et al. The prevalence of quadriceps weakness in COPD and the relationship with disease severity. *Eur Respir J*. 2010;36(1):81-8.

45. Hillman CM, Heinecke EL, Hii JWS, Cecins NM, Jenkins SC, Eastwood. Relationship between body composition, peripheral muscle strength and functional exercise capacity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Intern Med J. 2012;42(5):578-81.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Universidade de São Carlos, onde o estudo foi realizado e aos colegas do Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória. Além disso, os autores fazem sinceros agradecimentos pela contribuição da Profa. Dra. Fabíola Paula Galhardo Rizzatti e do Prof. Dr. Mauricio Jamami, que participaram com assistência à pesquisa nesse artigo. Os autores declaram que não apresentam conflitos de interesse.

**ESTUDO 2**

**Efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido em um treinamento combinado sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício, sintomatologia e qualidade de vida em pacientes com DPOC**

Submetido ao periódico Physical Therapy

## Resumo

**Introdução:** Estudos sobre reabilitação pulmonar em pacientes com DPOC trazem benefícios de diferentes tipos de treinamento, com diferentes intensidades e modalidades, entretanto não existe consenso sobre qual tipo de treinamento produz maiores benefícios nos diferentes desfechos estudados. **Objetivos:** Comparar os efeitos de dois treinamentos combinados, diferentes quanto à intensidade do treinamento resistido, sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício, qualidade de vida e sintomatologia em pacientes com DPOC. **Métodos:** Foram incluídos 45 pacientes com DPOC, avaliados e reavaliados por: *COPD Assessment Test* (CAT), Saint George's Respiratory Questionnaire (SGRQ); teste de força muscular isométrica de extensores de joelho (ExtJ) e flexores de cotovelo (FlexC) com dinamômetro Microfet2; Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6min), Teste Cardiopulmonar de Esforço Sintoma-limitado (TCPE sintoma-limitado) e Carga Constante (TCPE-CC) e Testes de 1 Repetição Máxima (1RM). Os pacientes foram randomizados em 2 grupos e realizaram 36 sessões de treinamento: Treinamento aeróbio + resistido de baixa intensidade (TRBI: n=16, 68,1±9,3anos, VEF<sub>1</sub>=50,0±15,7%pred), iniciando com 30%1RM até 45%1RM em membros superiores (MMSS) e até 51%1RM em membros inferiores (MMII) e Treinamento aeróbio + resistido de alta intensidade (TRAI: n=15, 70±6,5anos, VEF<sub>1</sub>=46,8 ± 14,5%pred), iniciando com 60%1RM até 75%1RM em MMSS e até 81%1RM em MMII. Ambos os grupos realizaram o treinamento aeróbio contínuo com carga referente a 80% do VO<sub>2</sub> pico atingido no TCPE sintoma-limitado. **Resultados:** Foram encontradas diferenças significativas (p<0,05) para sintomatologia (CAT: TRBI= de 14,2 ± 9,2 para 10,3 ± 8,6, TRAI= de 13,1 ± 5,5 para 10,3 ± 4,7), qualidade de vida (SGRQ: TRBI= de 34,6 ± 16,8% para 30,8 ± 15,9%, TRAI= de 39,8 ± 16,8% para 29,8 ± 15,9%) e capacidade de exercício (DPTC6min: TRBI= de 398,6 ± 103,0m para 431,3 ± 77,0m, TRAI= de 402,3 ± 93,4m para 418,1 ± 96,8m; Tlim: TRBI= de 664,9 ± 595,9s para 1115,8 ± 677,2s, TRAI= de 622,2 ± 540,3s para 1205,6 ± 625,9s) em ambos os grupos, entretanto apenas o TRAI apresentou melhora significativa na força muscular isométrica (ExtJ: TRBI= de 290,3 ± 88,1N para 306,1 ± 80,1N, TRAI= de 283,5 ± 80,0N para 321,2 ± 84,1N; FlexC: TRBI= de 156,4 ± 34,7N para 165,9 ± 39,7N, TRAI= de 134,4 ± 29,5N para 164,3 ± 44,5N). Ambos os treinamentos apresentaram valores acima da diferença mínima clinicamente importante para sintomatologia e capacidade de exercício, entretanto isso ocorreu para qualidade de vida e força muscular isométrica de extensores de joelho e flexores de cotovelo apenas no TRAI, sendo que esse treinamento apresentou proporção significativamente maior de pacientes respondedores à força muscular isométrica. **Conclusão:** O treinamento **combinado** mostrou ser efetivo para melhora em relação à sintomatologia e capacidade de exercício em pacientes com DPOC independente da intensidade do treinamento resistido. Entretanto, o treinamento resistido de alta intensidade pode proporcionar maiores ganhos em relação à qualidade de vida e à força muscular periférica, além de proporcionar maior relevância clínica.

**Palavras-chave:** doenças pulmonares, exercício, qualidade de vida, sinais e sintomas, força muscular

### Abstract

**Introduction:** Pulmonary rehabilitation studies in patients with COPD bring improvements of different types of training, with different modalities and intensities, however, there is no consensus about which training lead to greater benefits on several studied outcomes. **Aim:** to compare the effect of two combined trainings, different regarding the intensity of the resistance training, on peripheral muscle strength, exercise capacity, symptoms and quality of life in patients with COPD. Moreover, it aimed to verify which intensity of training was capable of presenting a larger proportion of responder patients. **Methods:** Thirty-one patients with COPD were included, assessed and reassessed by: COPD Assessment Test (CAT), Saint George's Respiratory Questionnaire (SGRQ); isometric muscle strength of knee extensors (KExt) and elbow flexors (EFlex) with Microfet2 dynamometer; six-minute walk test (6MWT); Symptom-limited cardiopulmonary test (symptom-limited CPET); constant load cardiopulmonary test (CL-CPET); and one maximum repetition test (1MR). Patients were randomized in two groups and underwent 36 training sessions: aerobic training+ low-intensity resistance training (LIRT: n=16, 68.1±9.3years, FEV<sub>1</sub>=50.0±15.7%pred), from 30%1RM to 45%1RM for upper limbs and to 51%1RM for lower limbs, and aerobic training + high intensity resistance training (HIRT: n=15, 70±6.5years, FEV<sub>1</sub> =46.8 ± 14.5%pred), from 60%1RM to 75%1RM for upper limbs and to 81%1RM for lower limbs. Both groups performed aerobic training with work load corresponding to 80% VO<sub>2</sub>peak in symptom-limited CPET. **Results:** There were significant differences (p<0.05) regarding symptoms (CAT: LIRT= from 14.2 ± 9.2 to 10.3 ± 8.6, HIRT= from 13.1 ± 5.5 to 10.3 ± 4.7), quality of life (SGRQ: LIRT= from 34.6 ± 16.8% to 30.8 ± 15.9%, HIRT= from 39.8 ± 16.8% to 29.8 ± 15.9%) and exercise capacity (6MWT: LIRT= from 398.6 ± 103.0m to 431.3 ± 77.0m, HIRT= from 402.3 ± 93.4m to 418.1 ± 96.8m; Tlim: LIRT= from 664.9 ± 595.9s to 1115.8 ± 677.2s, HIRT= from 622.2 ± 540.3s to 1205.6 ± 625.9s) in both groups, nevertheless, only HIRT presented significative improvement in isometric muscle strength (KExt: LIRT= from 290.3 ± 88.1N to 306.1 ± 80.1N, HIRT= from 283.5 ± 80.0N to 321.2 ± 84.1N; EFlex: LIRT= from 156.4 ± 34.7N to 165.9 ± 39.7N, HIRT= from 134.4 ± 29.5N to 164.3 ± 44.5N). Both trainings presented values above the minimum clinically important difference (MCID) to symptom and exercise capacity. However, quality of life and KExt and EFlex isometric muscle strength only presented improvements higher than MICD in group HIRT, which also presented a significantly larger number of responder patients considering isometric muscle strength. **Conclusion:** Combined training was effective to improve symptoms and exercise capacity regardless the intensity of the strength training. Nevertheless, HIRT may lead to greater gains regarding quality of life and peripheral muscle strength, which indicates that patients respond more and better to this intensity of training, as well as present greater clinical relevance.

**Keywords:** lung diseases, exercise, quality of life, signs and symptoms, muscle strength

## Introdução

A natureza complexa da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) com suas manifestações pulmonares e sistêmicas, além de grande acometimento em todo o mundo, promove um grande interesse de estudos na área a fim de maior especificidade para o manejo e tratamento desses pacientes. Está bem estabelecido que a reabilitação pulmonar é parte essencial do cuidado integrado ao paciente com DPOC, sendo o treinamento físico o pilar para que esse processo provoque benefícios aos pacientes<sup>1</sup>.

Dentre os benefícios, estão englobados: redução da sensação de dispneia, aumento da capacidade de exercício, melhora da qualidade de vida e redução dos gastos com cuidados em saúde<sup>2</sup>. O atual documento oficial sobre conceitos chave e avançados da RP<sup>1</sup> mostra diversas modalidades de treinamento físico que podem produzir efeitos positivos nos pacientes com DPOC, como o treinamento aeróbio e o treinamento resistido.

O treinamento aeróbio resulta em consistentes aumentos na resistência ao exercício em pacientes com DPOC, sendo bem documentado efeitos na melhora da capacidade oxidativa do músculo; entretanto possui pequeno efeito na fraqueza e atrofia muscular. O treinamento resistido específico para os músculos periféricos pode melhorar a tolerância ao exercício e reduzir a percepção de fadiga, devendo ser incluído nos programas de reabilitação pulmonar como estratégia de rotina; contudo, pode atingir efeitos modestos sobre ritmo de trabalho se aplicado isoladamente<sup>3-5</sup>.

Dessa forma, a combinação entre o treinamento aeróbio e resistido, tanto para membros superiores (MMSS) e MMII, parece ser o recurso fisiologicamente mais completo<sup>5,6</sup>. Ortega e colaboradores<sup>4</sup> realizaram um estudo para comparar a eficácia entre treino aeróbio, treino de força e combinação entre os dois tipos de treinamento e concluíram que a modalidade de treinamento combinado alcançou melhoras significativas na força e resistência muscular em relação aos resultados obtidos em cada programa específico.

Em relação ao treinamento resistido, considera-se que exercícios em alta intensidade são ideais para otimizar resultados relacionados à força e hipertrofia muscular, sendo que intensidades acima de 60% de 1RM induzem respostas



significativamente maiores de síntese proteica miofibrilar (responsável pela formação da estrutura muscular contrátil) do que intensidades entre 15% e 45% de 1RM<sup>7</sup>.

Embora treinamento de alta intensidade resulte em maiores adaptações musculares, exercícios de baixa intensidade (20 a 50% de 1RM) também são benéficos e recomendados, sobretudo para pacientes mais comprometidos e com presença de comorbidades mais graves<sup>5,8</sup>. Com intensidades menores e maior número de repetições, são esperados maiores ganhos de resistência muscular e aumentos mais modestos de massa e força muscular quando comparado com o treinamento de alta intensidade<sup>8</sup>; dessa forma, atividades em que são requeridos maior tempo de execução e maior resistência ao esforço, como atividades funcionais, podem ser favorecidas com esse tipo de treinamento.

Os estudos na população com DPOC trazem diferentes tipos de treinamento, com diferentes intensidades e modalidades, mostrando benefícios para os pacientes nos vários desfechos estudados, entretanto não existe consenso sobre qual tipo de treinamento produz maiores benefícios, tanto que ATS e ERS, em 2015, recomendaram estudos que comparassem os efeitos de várias modalidades de treinamento na RP<sup>2</sup>.

Além de variáveis objetivas que avaliam e quantificam a capacidade de exercício, força muscular e funcionalidade desses pacientes, é importante que um programa de treinamento físico apresente repercussões também na percepção do paciente quanto às melhoras relacionadas às atividades cotidianas e qualidade de vida, uma vez que afetará diretamente em sua participação social.

Considerando os efeitos de um treinamento físico, torna-se essencial que estes apresentem relevância clínica, fazendo com que os pacientes respondam com melhoras ao tratamento e percebam os benefícios no dia-a-dia. Porém, até o momento não existem evidências mostrando qual intensidade de treinamento resistido como parte de um treinamento produz maiores efeitos positivos e maior quantidade de pacientes respondedores. Dessa forma, torna-se importante comparar os efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido em um treinamento combinado sobre a força muscular, capacidade de exercício e percepção do paciente quanto à sintomatologia e qualidade de vida, a fim de determinar qual tipo de treinamento produz maiores benefícios sobre essas variáveis, facilitando a definição de um protocolo para essa população de acordo com as necessidades individuais por meio de avaliações com custo

relativamente baixo e de fácil execução que podem ser aplicados amplamente na prática clínica.

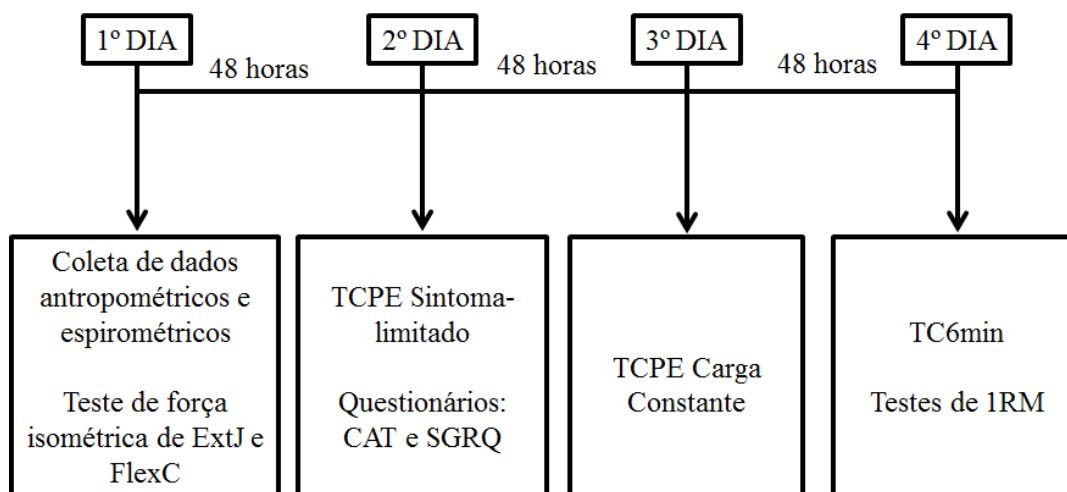
Diante disso, os objetivos do presente estudo foram comparar os efeitos de dois treinamentos combinados, diferentes quanto à intensidade do treinamento resistido, sobre a força muscular periférica, capacidade de exercício e percepção subjetiva da qualidade de vida e sintomatologia em pacientes com DPOC, proporcionando maior relevância clínica para esses pacientes. A hipótese foi de que o treinamento combinado com exercício resistido de alta intensidade pudesse proporcionar melhores respostas para o ganho de força muscular, enquanto o treinamento combinado com exercício resistido de baixa intensidade provocaria maiores benefícios na capacidade de exercício, sintomas e qualidade de vida.

## **Métodos**

Esse foi um estudo prospectivo longitudinal randomizado, do tipo caso-controle, conduzido em nossa Instituição de abril de 2013 até abril de 2016. Uma amostra de conveniência, de 45 pacientes foram incluídos de acordo com os seguintes critérios: diagnóstico clínico e espirométrico de DPOC moderada a muito grave (espirometria pós-broncodilatador com relação  $VEF_1/CVF < 0,7$  e  $VEF_1 < 80\%$ )<sup>9</sup>, com idade maior que 50 anos, de ambos os sexos, ex-fumantes, estáveis clinicamente há pelo menos 2 meses, não participação em programas de Reabilitação Pulmonar nos últimos 6 meses, e sem doença cardíaca grave ou qualquer outra patologia que não permitisse a realização dos testes e treinamento propostos. Foram excluídos do estudo pacientes cuja medicação foi modificada ou que apresentou exacerbação durante o período do estudo e que não completaram todas as avaliações, intervenção proposta e reavaliações. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (número 001/2013) (Apêndice 3), registrado no *Clinical Trials* (NCT01977469) e todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 4), atendendo à resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Todos os pacientes que participaram do estudo realizaram as seguintes avaliações: coleta de dados antropométricos e espirométricos, aplicação das escalas e questionários *COPD Assessment Test* (CAT), *Saint George's Respiratory Questionnaire*

(SGRQ); teste de força muscular isométrica de extensores de joelho (ExtJ) e flexores de cotovelo (FlexC); Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6min), Teste Cardiopulmonar de Esforço Sintoma-limitado (TCPE sintoma-limitado) e Carga Constante (TCPE-CC) e Testes de 1 Repetição Máxima (1RM), cronologicamente realizados como apresentado na figura 1.



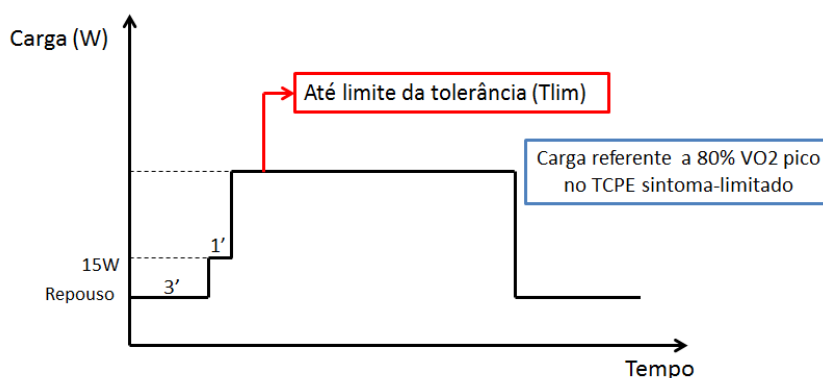
**Figura 1.** Representação cronológica das avaliações e reavaliações realizadas no estudo. **Legenda:** ExtJ: extensores de joelho; FlexC: flexores de cotovelo; TCPE: Teste Cardiopulmonar de Esforço; CAT: *COPD Assessment Test*; SGRQ: *Saint George's Respiratory Questionnaire*; TC6min: Teste de caminhada de 6 minutos; 1RM: 1Repetição Máxima.

Os questionários foram aplicados em forma de entrevista de maneira padronizada. O CAT (Anexo 2) foi utilizado para determinar o impacto da DPOC no estado de saúde, com pontuação variando de 0 a 40, sendo considerada como diferença mínima clinicamente importante (DMCI) diminuição de 2 pontos pós intervenção<sup>10-12</sup>. Para avaliação da qualidade de vida, foi utilizado o questionário SGRQ (Anexo 4), traduzido e validado para a população brasileira, em que são considerados 3 domínios: sintomas, atividades e impacto. Cada domínio possui uma pontuação máxima possível, em que pontos são somados para cada resposta e a pontuação é expressa em porcentagem da máxima possível em cada domínio. A pontuação total é considerada com a soma das pontuações de cada domínio e calculada como porcentagem da pontuação máxima possível, altas pontuações estão relacionadas com pior qualidade de vida e diminuição de 4% da pontuação total é considerada DMCI<sup>13-15</sup>.

A capacidade de exercício foi avaliada pelo TCPE sintoma-limitado, carga constante e pelo TC6min. O TCPE sintoma-limitado foi realizado em bicicleta

ergométrica com frenagem eletromagnética (Ergo-FIT<sup>®</sup>, model Ergo 167 Cycle) associado ao uso de sistema metabólico portátil (VO<sub>2000</sub> *Exercise Testing System* - MedGraphics), com monitorização eletrocardiográfica (ECG), de acordo com recomendações da *American Thoracic Society* (ATS)<sup>16</sup> e como foi especificado no primeiro estudo, com o mesmo protocolo citado e os mesmos critérios para interrupção do teste<sup>17</sup>. Todos os pacientes realizaram o teste sem suplementação de oxigênio.

O TCPE carga constante foi realizado com a carga referente a 80% do consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub> pico) atingido no TCPE sintoma-limitado. Assim como no TCPE sintoma-limitado, os pacientes realizaram 3 minutos de repouso, 1 minuto de aquecimento no cicloergômetro em 15W e posteriormente deveriam manter cadência entre 50 e 60rpm até o tempo de tolerância (tlim) na carga pré-determinada, com limite de 30 minutos, como ilustrado na figura 2. As variáveis foram analisadas no pico do TCPE carga-constante em valores absolutos, corrigidos pelo peso ou em porcentagem do predito de acordo com equações específicas. As variáveis consumo de oxigênio, produção de gás carbônico e ventilação foram utilizadas para avaliação da demanda metabólica e ventilatória durante o teste, além da avaliação da reserva ventilatória (VE/VVM), de oxigenação (SpO<sub>2</sub>), cardiovascular (%FCmax) e do tempo de tolerância (Tlim) pré e pós intervenção<sup>17</sup>. Aumento acima de 105 segundos no Tlim após o treinamento foi considerado como DMCI<sup>18</sup>.



**Figura 2.** Protocolo de realização do Teste Cardiopulmonar de Esforço Carga Constante.

O TC6min foi realizado de acordo com as recomendações internacionais da ATS<sup>19</sup>, em que os pacientes deveriam andar a maior distância possível durante 6 minutos (DPTC6min), sendo que essa medida indica a capacidade de exercício submáximo. Foram realizados dois testes para eliminar o efeito de aprendizado, com intervalo de 30 minutos entre eles, e a maior distância percorrida foi utilizada para análise. Valores de referência de Soares e colaboradores foram utilizados<sup>20</sup> e foi considerada como DMCI melhora de 25m após o treinamento<sup>21</sup>.

A força muscular isométrica de membros inferiores e superiores foi avaliada pelo membro dominante usando dinamômetro portátil *hand-held* (*Microfet 2, Hoggan – Health Industries, West Jordan, UT, USA*). Como citado no estudo anterior, a força isométrica de extensores de joelho (ExtJ) foi realizada com o paciente sentado na maca, membros inferiores livres, 90° de flexão de quadril e de joelho, mãos repousando na maca e mão do avaliador posicionada na coxa para isolar o movimento e evitar compensações, sendo o dinamômetro posicionado perpendicularmente ao membro, por uma faixa inextensível, na região anterior da tíbia, aproximadamente 5 cm acima do maléolo lateral do membro dominante<sup>22,23</sup>.

Para avaliação dos músculos flexores de cotovelo (FlexC), os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com ombros em posição neutra, 90° de flexão de cotovelo e supinação de antebraço. O ombro foi estabilizado pelo avaliador superiormente e a localização do dinamômetro foi próximo ao processo estilóide, na região anterior do antebraço, com resistência aplicada na direção de extensão de cotovelo<sup>24</sup>.

Pacientes foram instruídos a realizar uma contração máxima durante no mínimo 4 segundos. Três repetições foram realizadas para cada grupo muscular e o maior valor (Newtons) foi usado para quantificar a força. Todas as medidas foram conduzidas pelo mesmo avaliador, sendo que não deveriam apresentar variação maior do que 10% entre as medidas. Para evitar fadiga muscular, 30 a 60 segundos de repouso foram considerados entre as repetições<sup>22</sup>. Os valores foram expressos em valores absolutos e porcentagem no predito, calculado pelas equações de normalidade propostas por Andrews e colaboradores<sup>24</sup>.

O Teste de 1RM foi realizado para determinar a capacidade de deslocamento de maior carga possível por toda amplitude articular em determinado movimento. Foi

realizado um aquecimento com 10 repetições no equipamento de mecanoterapia em que foi realizado cada exercício, sem carga, e posteriormente foi realizado um protocolo crescente, com carga inicial definida por 40% do peso corporal para os exercícios de MMSS e 60% do peso corporal para o exercício de MMII. O teste foi executado até que ocorresse falha em uma tentativa e a 1RM foi a carga referente à última tentativa bem-sucedida. Foram utilizadas até 6 tentativas para determinação de 1 RM<sup>25,26</sup>. Os exercícios selecionados para realização do teste de 1RM foram: **supino sentado** (engloba os músculos peitoral maior, deltóide e tríceps), **pulley superior frontal** (ativação dos músculos grande dorsal, redondo maior, deltóide posterior, rombóides, trapézio médio e inferior e bíceps braquial<sup>27</sup>) e **leg press** (envolvendo principalmente músculos quadríceps e glúteo máximo)<sup>6</sup>.

Após a realização dos testes iniciais, os pacientes foram randomicamente divididos em dois grupos cujo treinamento foi diferenciado quanto à intensidade do treinamento resistido: TRBI= treinamento resistido de baixa intensidade, com porcentagens baixas em relação à 1RM inicial com ênfase no ganho de resistência muscular, e TRAI= treinamento resistido de alta intensidade, com porcentagens altas em relação à 1RM inicial, objetivando maior ganho de força muscular (APÊNDICE 5). A alocação randômica foi realizada por sequência numerada determinada pelo site [www.randomization.com](http://www.randomization.com) e os pacientes foram alocados seguindo a sequência após completarem todas as avaliações, sendo que foi ocultada até que a intervenção fosse atribuída. No protocolo de treinamento proposto, ambos os grupos realizaram treinamento aeróbio e treinamento resistido, e as características desse protocolo estão especificadas no quadro 1.

**Quadro 1.** Especificações do protocolo de treinamento realizado no estudo.

<b>PROTOCOLO DE TREINAMENTO</b>	
Frequência	3x por semana (dias alternados, semanas consecutivas)
Duração da sessão	50-60 minutos
Duração do protocolo	36 sessões
<b>Treinamento Aeróbio</b>	
Modalidade	Cicloergômetro
Duração	20 a 30 minutos
Tipo	Contínuo
Intensidade inicial	Carga referente a 80% do VO <sub>2</sub> pico no TCPE sintoma-limitado
Progressão da intensidade	De acordo com a tolerância do paciente, considerando os critérios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sintomas (Escala de Borg CR-10: 4-6)</li> <li>• FC &lt; 85%F<sub>cmax</sub> prevista</li> <li>• SpO<sub>2</sub> &gt; 90%</li> <li>• PA &lt; 180x100 mmHg</li> </ul>
<b>Treinamento Resistido</b>	
Modalidade	MMII: <i>Leg Press</i> Sentado MMSS: Supino Sentado e <i>Pulley Superior Frontal</i>
Duração	20 a 25 minutos
Volume	TRBI: 3 séries de 15 repetições TRAI: 3 séries de 8 repetições
Intervalo entre as séries	2 minutos
Intensidade Inicial	TRBI: 30% 1RM inicial TRAI: 60% 1RM inicial
Progressão de Intensidade	MMSS = aumento de 5% 1RM inicial a cada 9 sessões MMII = aumento de 7% 1RM inicial a cada 9 sessões
Comentários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento de sinais (FC, SpO<sub>2</sub>, PA) e sintomas (dispneia e fadiga: Escala de Borg CR-10)</li> <li>• Instruções para realização do movimento de cada exercício durante a expiração, evitando Manobra de Valsalva</li> </ul>

**Legenda:** VO<sub>2</sub>= Consumo de oxigênio; TCPE= Teste Cardiopulmonar de Esforço; FC= frequência cardíaca, SpO<sub>2</sub>= Saturação periférica de oxigênio, PA= Pressão arterial; MMII= membros inferiores; MMSS= membros superiores; TRBI= grupo com treinamento resistido de baixa intensidade; TRAI= grupo com treinamento resistido de alta intensidade.

Para análise dos dados, foi utilizado o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para Windows, versão 20.0, sendo adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ . A distribuição dos dados foi avaliada pelo Teste de Shapiro-Wilk e as variáveis foram expressas em média  $\pm$  desvio padrão. Foi utilizado o Teste ANOVA two-way (análise de variância de dois fatores) para verificar o efeito de cada treinamento ao longo do tempo (Pré e Pós intervenção intra-grupo nos grupos TRBI e

TRAI) e as diferenças entre os grupos (nas condições Pré e Pós intervenção inter-grupos), além da interação entre eles. Caso a variável apresentasse distribuição não-paramétrica, foi realizada transformação logarítmica dos dados para realização do teste estatístico.

Após as análises estatísticas, o poder dos testes foi calculado com o programa G\*Power, versão 3.0.10, sendo encontrado poder maior do que 80% para as variáveis de desfecho da avaliação de capacidade de exercício, teste de força isométrica e pontuações dos questionários.

A diferença entre as medidas pré e pós-treinamento foi determinada para cada variável, através da subtração da média dos valores pós e pré-treinamento, para as variáveis em que se é esperado um aumento após a intervenção, ou da subtração da média dos valores pré e pós-treinamento, para as variáveis com tendência à diminuição como efeito da intervenção. Posteriormente, as diferenças obtidas foram comparadas com os valores de DMCI clinicamente significativa estabelecidos na literatura para a população estudada para CAT<sup>12</sup>, SGRQ<sup>15</sup>, Tlim do TCPCC<sup>18</sup> e DPTC6min<sup>21</sup>.

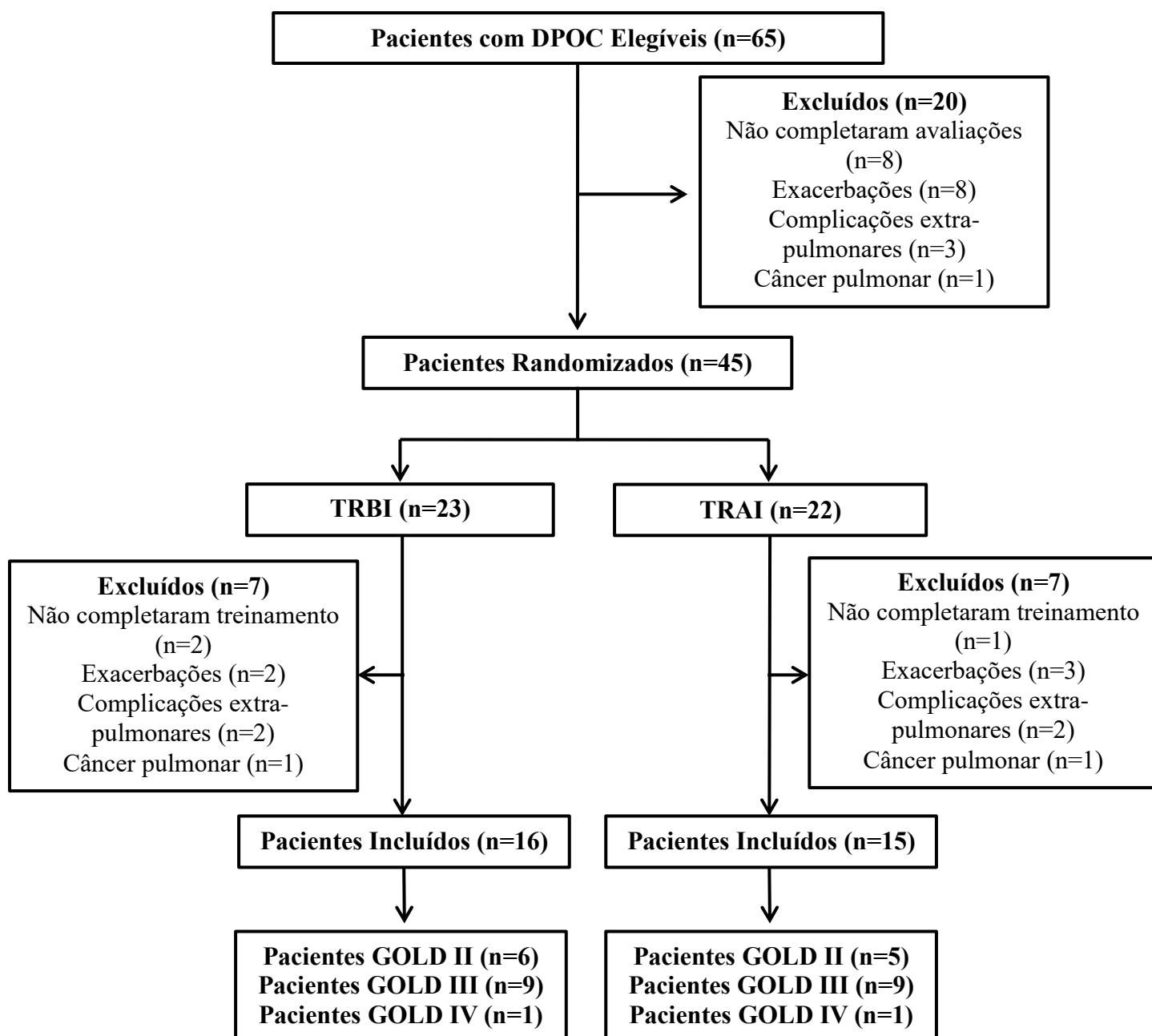
Para as variáveis de força muscular isométrica periférica, que não foram encontrados valores estabelecidos como diferença mínima clinicamente importante (DMCI) na população DPOC, foi calculada a diferença mínima detectável (DMD) pela fórmula  $[DMD = 1,64 \times \sqrt{2} \times EPM]$ , sendo que o erro padrão da medida (EPM) foi estabelecido pela equação  $[EPM = \text{variável} \times \sqrt{1-CCI}]$  e o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi calculado no programa SPSS, versão 20.0.<sup>28</sup>. Esse cálculo foi realizado após execução de teste e re-teste pelo mesmo avaliador com intervalo de 1 semana para amostra de 8 pacientes com DPOC.

Dessa forma, foram considerados respondedores às variáveis força muscular isométrica, capacidade de exercício, sintomatologia e qualidade de vida de acordo com os protocolos de treinamento os pacientes que alcançaram valores maiores do que DMCI ou DMD na comparação pré e pós treinamento para as variáveis força muscular isométrica periférica, capacidade de exercício, impacto da DPOC no estado de saúde e qualidade de vida. Teste de Qui-quadrado foi adotado para verificar se existe relação entre o tipo de treinamento realizado e a presença de pacientes respondedores.



## Resultados

Sessenta e cinco pacientes com DPOC atenderam aos critérios de inclusão, entretanto apenas 45 completaram as avaliações e foram randomizados nos grupos distintos de treinamento, sendo que a amostra final foi de 16 pacientes no grupo TRBI e 15 pacientes no grupo TRAI (figura 3). A caracterização dos pacientes dos grupos TRBI e TRAI estão apresentadas na tabela 1, demonstrando a homogeneidade da amostra.



**Figura 3:** Fluxograma dos pacientes incluídos e excluídos do estudo.

**Tabela 1.** Caracterização pré-treinamento dos dados antropométricos e espirométricos, sintomas, histórico de tabagismo e exacerbações, uso de oxigênio e medicamentos para DPOC nos grupos de treinamento.

	<b>TRBI</b> <b>(n=16)</b>	<b>TRAI</b> <b>(n=15)</b>	<b>p</b>
<b>Homens, n(%)</b>	12 (75)	12 (80)	0,74
<b>Idade (anos)</b>	68,1 ± 9,3	70 ± 6,5	0,51
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,0 ± 4,6	26,2 ± 5,2	0,50
<b>%VEF<sub>1</sub></b>	50,0 ± 15,7	46,8 ± 14,5	0,56
<b>CAT</b>	14,2 ± 9,2	13,1 ± 5,5	0,69
<b>Índice de Comorbidades de Charlson</b>	1 (1 – 2)	1 (1 – 2)	0,65
<b>Carga tabágica (anos/maço)</b>	60 (37,5 – 100)	40 (20 – 60)	0,07
<b>Histórico de exacerbações, n(%)</b>	7 (43,8)	6 (40)	0,55
<b>Oxigenoterapia domiciliar noturna, n(%)</b>	2 (12,5)	1 (6,7)	0,58
<b>Medicamentos, n(%)</b>			
Broncodilatador	13 (81,2)	15 (100)	0,08
Broncodilatador + corticosteroide inalatório	12 (75)	13 (87)	0,41

Valores expressos em média ± desvio padrão(DP), mediana (interval interquartílico) ou número de pacientes (porcentagem do total em cada grupo). **Legenda:** n= número de pacientes; m=metros; kg=quilogramas; IMC=índice de massa corpórea; %=porcentagem do predito; VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo; mMRC= *modified medical research council*; CAT= *COPD Assessment Test*. Teste T de Student para amostras independentes: \*p<0,05; Teste de Mann-Whitney: †p<0,05; Test Qui-quadrado: §p<0,05.

A tabela 2 demonstra a influência do Tempo (Pré e Pós Intervenção) com diferença estatisticamente significativa para pontuações dos questionários de sintomatologia e qualidade de vida. Em sequência, foi observada interação estatisticamente significativa para o peso e IMC, sendo que os efeitos simples indicaram não haver diferença entre os grupos ao compará-los nas situações pré intervenção (peso: p=0,65; IMC: p=0,50) e pós intervenção (peso: p=0,87; IMC: p=0,81) e nem na comparação pré e pós intervenção nos grupos TRBI (peso: p=0,17; IMC: p=0,16) e TRAI (peso: p=0,10; IMC: p=0,09).

**Tabela 2:** Dados antropométricos, espirométricos, sintomatologia, qualidade de vida em ambos os grupos pré e pós intervenção.

	TRBI (n=16)		TRAI (n=15)		Tempo	p	
	Pré	Pós	Pré	Pós		Grupo	Interação
<b>Altura (m)</b>	1,67 ± 0,08	1,66 ± 0,08	1,65 ± 0,08	1,66 ± 0,08	0,88	0,71	0,63
<b>Peso (kg)</b>	69,6 ± 14,1	70,4 ± 14,8	72,3 ± 18,4	71,3 ± 17,7	0,82	0,76	0,04*
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,0 ± 4,6	25,4 ± 5,0	26,2 ± 5,2	25,8 ± 5,0	0,78	0,65	0,03*
<b>VEF<sub>1</sub> (%)</b>	50,0 ± 15,7	49,4 ± 13,7	46,8 ± 14,5	46,8 ± 14,9	0,79	0,58	0,82
<b>Sintomatologia</b>							
<b>CAT</b>	14,2 ± 9,2	10,3 ± 8,6	13,1 ± 5,5	10,3 ± 4,7	<0,01*	0,82	0,58
<b>Qualidade de Vida</b>							
<b>SGRQ</b>	34,6 ± 16,8	30,8 ± 15,9	39,8 ± 16,8	29,8 ± 15,9	<0,01*	0,71	0,19

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). **Legenda:** TRBI= treinamento aeróbio + resistido de baixa intensidade; TRAI= treinamento aeróbio + resistido de alta intensidade; m=metros; kg=quilogramas; IMC=índice de massa corpórea; %=porcentagem do predito; VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo; CAT= *COPD Assessment Test*; SGRQ= *Saint George's Respiratory Questionnaire*. Teste ANOVA two-way: \*p<0,05.

A tabela 3 demonstra a influência do Tempo (Pré e Pós Intervenção) com diferença estatisticamente significativa para testes de 1RM e força de ExtJ, FlexC (valor absoluto e em porcentagem do predito). Em sequência, foi observada interação estatisticamente significativa para o 1RM do pulley superior frontal, ExtJ (porcentagem do predito) e FlexC (em N e porcentagem do predito).

Em relação à variável 1RM *pulley* superior frontal, os efeitos simples indicaram não haver diferença entre os grupos ao compará-los nas situações pré intervenção (p=0,69) e pós intervenção (p=0,46), porém houve diferença pré e pós intervenção apenas para o grupo TRAI (p=0,001), enquanto o grupo TRBI permaneceu sem alteração significativa (p=0,29).

Para a força de ExtJ em porcentagem do predito, não foram encontradas diferenças entre os grupos nas condições pré intervenção (p=0,25) e pós intervenção (p=0,67). Para o grupo TRAI, houve diferença pré e pós intervenção (p=0,02), sendo que o mesmo não aconteceu para o grupo TRBI (p=0,94). Para a força isométrica de FlexC, os efeitos simples indicaram não haver diferença entre os grupos ao compará-los

nas situações pré intervenção ( $p=0,08$ ) e pós intervenção ( $p=0,78$ ), porém houve diferença pré e pós intervenção apenas para o grupo TRAI ( $p<0,001$ ), enquanto o grupo TRBI permaneceu sem alteração significativa ( $p=0,14$ ). Quando esses valores foram expressos em porcentagem do predito, os efeitos simples indicaram haver diferença entre os grupos ao compará-los nas situações pré intervenção ( $p=0,03$ ) entretanto essa diferença não ocorreu pós intervenção ( $p=0,61$ ); além disso, houve diferença pré e pós intervenção apenas para o grupo TRAI ( $p<0,001$ ), enquanto o grupo TRBI permaneceu sem alteração significativa ( $p=0,21$ ).

**Tabela 3:** Medidas de força muscular periférica em ambos os grupos pré e pós intervenção.

	TRBI (n=16)		TRAI (n=15)		Tempo	p	
	Pré	Pós	Pré	Pós		Grupo	Interação
<b>Teste de 1RM</b>							
<b>Supino</b>							
<b>Sentado (kg)</b>	48,7 ± 13,4	57,7 ± 12,5	46,8 ± 16,9	59,3 ± 12,2	<0,01*	0,98	0,31
<b>Pulley</b>							
<b>Superior</b>	16,6 ± 5,4	17,5 ± 5,8	15,7 ± 6,2	19,3 ± 7,3	<0,01*	0,83	0,04*
<b>Frontal (kg)</b>							
<b>Leg Press (kg)</b>	42,8 ± 16,2	54,7 ± 19,9	41,3 ± 13,7	59,0 ± 15,0	<0,01*	0,80	0,14
<b>Força Muscular Isométrica</b>							
<b>ExtJ (N)</b>	290,3 ± 88,1	306,1 ± 80,1	283,5 ± 80,0	321,2 ± 84,1	<0,01*	0,99	0,10
<b>%ExtJ</b>	88,9 ± 24,2	92,5 ± 19,8	84,6 ± 13,5	96,9 ± 14,7	<0,01*	0,65	0,03*
<b>FlexC (N)</b>	156,4 ± 34,7	165,9 ± 39,7	134,4 ± 29,5	164,3 ± 44,5	<0,01*	0,41	0,04*
<b>%FlexC</b>	72,7 ± 11,4	76,1 ± 11,3	61,7 ± 13,5	74,8 ± 13,6	<0,01*	0,18	0,02*

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). **Legenda:** TRBI= treinamento aeróbio + resistido de baixa intensidade; TRAI= treinamento aeróbio + resistido de alta intensidade; %=porcentagem do predito; N=newtons; ExtJ= extensores de joelho; FlexC= flexores de cotovelo. Teste ANOVA two-way: \* $p<0,05$ .

A tabela 4 demonstra a influência do Tempo (Pré e Pós Intervenção) com diferença estatisticamente significativa para  $T_{lim}$  no TECP e na DPTC6. Para a variável VE pico no TECP carga constante, os efeitos simples indicaram não haver diferença entre os grupos ao compará-los nas situações pré intervenção ( $p=0,99$ ) e pós intervenção

( $p=0,054$ ) e nem na comparação pré e pós intervenção nos grupos TRBI ( $p=0,36$ ) e TRAI ( $p=0,06$ ).

**Tabela 4:** Medidas de capacidade de exercício em ambos os grupos pré e pós intervenção.

	TRBI (n=16)		TRAI (n=15)		Tempo	p	
	Pré	Pós	Pré	Pós		Grupo	Interação
<b>Capacidade de Exercício</b>							
<b>TCPE Carga Constante</b>							
<b>Tlim (s)</b>	664,9 ± 595,9	1115,8 ± 677,2	622,2 ± 540,3	1205,6 ± 625,9	<0,01*	0,91	0,58
<b>VE (l/min)</b>	25,4 ± 7,1	23,4 ± 9,2	25,5 ± 5,4	30,1 ± 7,1	0,42	0,19	0,04*
<b>VE/VVM (%)</b>	56,5 ± 26,4	49,5 ± 17,8	60,4 ± 26,5	68,6 ± 20,8	0,89	0,17	0,11
<b>VO<sub>2</sub> (l/min)</b>	0,89 ± 0,22	0,84 ± 0,30	0,88 ± 0,26	1,04 ± 0,21	0,31	0,29	0,06
<b>VO<sub>2</sub> (ml/kg/min)</b>	13,2 ± 4,6	12,1 ± 4,2	12,7 ± 4,2	14,7 ± 3,4	0,56	0,48	0,07
<b>SpO<sub>2</sub></b>	90,3 ± 5,3	89,4 ± 5,8	92,5 ± 3,4	91,2 ± 3,3	0,05	0,24	0,78
<b>FC (%máx)</b>	70,9 ± 6,3	68,4 ± 7,2	71,4 ± 9,2	68,0 ± 10,9	0,14	0,98	0,84
<b>Teste de Caminhada de 6 Minutos</b>							
<b>DPTC6min (m)</b>	398,6 ± 103,0	431,3 ± 77,0	402,3 ± 93,4	418,1 ± 96,8	<0,01*	0,89	0,31
<b>DPTC6min (% pred)</b>	78,0 ± 18,3	84,4 ± 11,7	80,9 ± 17,4	84,2 ± 18,7	<0,01*	0,81	0,35

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). **Legenda:** TRBI= treinamento aeróbio + resistido de baixa intensidade; TRAI= treinamento aeróbio + resistido de alta intensidade; TCPE= teste de exercício cardiopulmonar de esforço; Tlim= tempo de tolerância; s= segundos; l=litros; min=minutos; %=porcentagem; VE=ventilação minuto; VVM= ventilação voluntária máxima; VO<sub>2</sub>= consumo de oxigênio; ml=mililitros; SpO<sub>2</sub>= saturação periférica de oxigênio; FC= frequência cardíaca; DPTC6= distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos; m= metros. Teste ANOVA two-way: \* $p<0,05$ .

Considerando a DMCI para as avaliações do questionário CAT, ambos os grupos atingiram o valor de DMCI<sup>12</sup>, entretanto apenas os pacientes do grupo TRAI atingiram a diferença minimamente importante para a pontuação do questionário SGRQ<sup>15</sup>. Considerando a capacidade de exercício, os pacientes do grupo TRBI

obtiveram DMCI para o Tlim no TCPE carga constante<sup>18</sup> e na DPTC6min<sup>21</sup>, enquanto os pacientes do TRAI alcançaram essa melhora apenas para o desempenho no TCPE carga constante. Em relação à força muscular isométrica periférica, foram estabelecidos os valores de diferença mínima detectável (DMD) para os músculos ExtJ (36,4N) e FlexC (25,7N) e apenas os pacientes do grupo TRAI apresentaram variações da força dos músculos ExtJ e FlexC acima da DMD (tabela 5).

Não foram encontradas associações entre o tipo de treinamento resistido e o número de pacientes respondedores e não respondedores para o desempenho na capacidade de exercício, avaliada pela TC6min e pelo TCPE-CC, impacto da DPOC no estado de saúde e qualidade de vida. Entretanto, em relação à força muscular isométrica, verificou-se uma associação entre o grupo TRAI e maior quantidade de pacientes respondedores (tabela 5).

**Tabela 5:** Média das mudanças pré e pós intervenção e proporção de pacientes respondedores às variáveis de capacidade de exercício, força muscular periférica, impacto da DPOC no estado de saúde e qualidade de vida em ambos os grupos.

	<b>TRBI (n=16)</b>		<b>TRAI (n=15)</b>	
	$\Delta$	<b>Respondedores</b>	$\Delta$	<b>Respondedores</b>
<b>CAT</b>	3,9	69%	2,8	73%
<b>SGRQ (%)</b>	3,8	44%	10	53%
<b>DPTC6min (m)</b>	32,7	56%	15,8	40%
<b>Tlim (s)</b>	450,9	62%	583,4	73%
<b>ExtJ (N)</b>	15,8	15%	37,7	54%*
<b>FlexC (N)</b>	9,5	15%	29,9	61%*

**Legenda:** TRBI= treinamento aeróbio + resistido de baixa intensidade; TRAI= treinamento aeróbio + resistido de alta intensidade;  $\Delta$ : mudança pós intervenção; CAT= *COPD Assessment Test*; SGRQ= *Saint George Respiratory Questionnaire*; %=porcentagem; DPTC6= distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos; m= metros; Tlim= tempo de tolerância; s= segundos; ExtJ= extensores de joelho; N=newtons; FlexC= flexores de cotovelo. Teste Qui-quadrado (tipo de treinamento resistido X proporção de pacientes respondedores): \*p<0,05.

## Discussão

O presente estudo comparou os efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido em um treinamento combinado em pacientes com DPOC, verificando qual treinamento resulta em melhores resultados e apresenta maior quantidade de pacientes respondedores em relação à força muscular periférica isométrica, capacidade de exercício, impacto da DPOC no estado de saúde e qualidade de vida.

Os principais achados do estudo foram: 1) tanto o TRAI quanto o TRBI refletiram em melhoras significativas para sintomatologia, qualidade de vida e capacidade de exercício; 2) os pacientes submetidos ao TRAI apresentaram melhora significativa em todos grupos musculares avaliados pelo teste de 1RM e pela força muscular isométrica, tanto de membros inferiores quanto de membros superiores, sendo que essa melhora em todos os grupos musculares não ocorreu com o treinamento resistido de baixa intensidade; 3) ambos os treinamentos combinados atingiram valor estabelecido de diferença mínima clinicamente importante para sintomatologia e capacidade de exercício, entretanto isso ocorreu para qualidade de vida e força muscular isométrica de extensores de joelho e flexores de cotovelo apenas os pacientes submetidos ao TRAI; 4) o TRAI apresentou proporção significativamente maior de pacientes respondedores à força muscular isométrica de extensores de joelho e flexores de cotovelo, sendo que para capacidade de exercício, impacto da DPOC e qualidade de vida ambos os treinamentos apresentaram mesma de proporção de pacientes respondedores.

Os pacientes que realizaram o TRAI apresentaram aumentos significativos da força muscular periférica, indicando melhor responsividade à especificidade do treinamento e, além disso, esse treino implicou em maior proporção de pacientes apresentaram ganho de força além da DMD quando comparados àqueles que realizaram do TRBI. Os resultados encontrados são condizentes com as adaptações neurais e estruturais resultantes do treinamento resistido, uma vez que a magnitude dessas respostas é influenciada por fatores manipulados durante a prescrição e a progressão do treinamento, como a intensidade dos exercícios, objetivada no presente estudo<sup>29</sup>.

Esses resultados apresentam uma relevância para a prescrição da intensidade do treinamento resistido para os pacientes com DPOC, uma vez que as chances de resposta com aumento clinicamente importante de força muscular periférica serão maiores se

realizado treinamento resistido com maior intensidade, e deve ser enfatizado na prescrição do exercício em pacientes com diminuição de massa e força muscular<sup>30</sup>. O treinamento combinado com exercício resistido de baixa intensidade não trouxe resposta clinicamente importante quanto ao aumento de força muscular, não sendo a melhor opção para pacientes que necessitam de melhora da função muscular, esta que é de extrema importância para melhoras em saúde, desempenho funcional e qualidade de vida<sup>31</sup>.

O presente estudo não corrobora o estudo de Ricci-Victor e colaboradores<sup>32</sup>, que realizaram apenas treinamento resistido para MMII e MMSS durante 24 sessões em pacientes com DPOC moderada e grave, iniciando com 60% da 1RM inicial e progredindo até 80% da 1RM inicial, realizando exercícios de flexão e extensão de joelho, flexão de ombro e flexão e extensão de cotovelo, com 3 séries de 10 repetições. Os autores não observaram melhoras significativas para extensores de joelho e flexores de cotovelo avaliados por um dinamômetro *hand-held* e as diferenças pré e pós treinamento entre as medidas ficou abaixo das DMD calculadas no presente estudo. Provavelmente, a duração do treinamento tenha tido influência na responsividade da força muscular isométrica, uma vez que o volume e intensidade de treinamento foram semelhantes ao presente estudo.

Como ambos os grupos realizaram o mesmo treinamento aeróbio em bicicleta ergométrica, as variáveis específicas de capacidade de exercício foram responsivas de maneira semelhante às intensidades de treinamento quando considerado a especificidade do exercício. O treinamento aeróbio proposto seguiu o consenso de recomendações de importantes grupos de pesquisa relacionado à pacientes com DPOC, que trazem que o treinamento aeróbio deve ter como alvo a realização do exercício em carga maior do que 60% do pico do exercício máximo, durante tempo mínimo de 20 minutos e duração de no mínimo 12 semanas<sup>33</sup>.

Dessa maneira, pode-se considerar que os benefícios do treinamento aeróbio em cicloergômetro, já bem documentados com melhora da função capilar, capacidade oxidativa e eficiência muscular, além da diminuição da acidose láctica e demanda ventilatória em determinada intensidade, são capazes de refletir melhoras na capacidade de exercício<sup>34</sup>.



Embora não seja o principal desfecho de um treinamento resistido, esse também pode provocar ganhos em capacidade de exercício, sendo que alguns estudos trazem que a intensidade entre 50% e 80% da 1RM é suficiente para aumentar a capacidade de endurance<sup>1</sup>. Entretanto, as melhoras adicionais da força muscular de MMII que ocorreram no grupo TRAI não repercutiram em ganhos mais substanciais na capacidade de exercício na comparação com o grupo TRBI.

Quando analisada a capacidade de exercício pelo desempenho no TC6, foram encontradas diferenças significativas para os dois grupos, entretanto apenas os pacientes que realizaram o TRBI apresentaram média da variação da DPTC6 após o treinamento acima da DMCI de 25m para pacientes com DPOC<sup>21</sup>. Possivelmente isso tenha ocorrido pelo aumento da resistência muscular proporcionada pelo TRBI, refletindo em ganhos também na capacidade de exercício não específica ao treinamento realizado.

Considerando que a redução de massa e força muscular esquelética encontrada em pacientes com DPOC é caracterizada por atrofia muscular das fibras como um todo, com redução da proporção das fibras do tipo I e aumento da proporção das fibras do tipo II, reduzindo assim a capacidade oxidativa muscular e tornando os músculos mais propensos à fadiga<sup>32,35-37</sup>, o grupo que realizou o TRBI pode ter se beneficiado pelas respostas fisiológicas com aumento da resistência e capacidade oxidativa muscular, sendo capaz de refletir em atividades funcionais não específicas ao treinamento realizado, como em atividades que refletem a funcionalidade do paciente em suas atividades diárias<sup>38</sup>.

Além dos benefícios alcançados nas medidas objetivas de força muscular periférica e capacidade de exercício, as duas intensidades de treinamento resistido foram capazes de melhorar significativamente o impacto da DPOC no estado de saúde, indicando benefícios da percepção do paciente em relação aos seus sintomas independente do protocolo realizado, mostrando que o treinamento combinado em si já é capaz de promover melhoras com relevância na percepção do paciente. Além disso, grande parte dos pacientes (69% no TRBI e 73% no TRAI) apresentou melhora importante nesse aspecto, mostrando que o CAT apresentou proporção semelhante de pacientes responsivos aos dois tipos de treinamento.

O presente estudo corrobora o estudo de Dodd e colaboradores<sup>39</sup>, que realizou treinamento aeróbio associado ao treinamento resistido com intensidade não

especificada durante 8 semanas com sessões supervisionadas e não supervisionadas e encontraram diminuição após intervenção de 2,9 pontos para a média da pontuação do questionário CAT, valor próximo aos encontrados após TRBI e TRAI.

Em contrapartida, a melhora clínica importante em relação à pontuação do SGRQ foi encontrada apenas nos pacientes que realizaram o TRAI, mostrando que houve repercussão dos benefícios do treinamento físico na percepção da qualidade de vida relacionada à saúde apenas para esse grupo. Levando-se em conta que o grande objetivo de qualquer reabilitação pulmonar deva ser a relevância de como os efeitos estão interferindo nas atividades cotidianas dos pacientes, esse resultado favorece a realização do treinamento aeróbio associado ao treinamento resistido de alta intensidade tendo em vista a maior relevância clínica para o paciente, possibilitando melhoras mais consistentes e nos diversos aspectos avaliados.

Dessa forma, parece que o treinamento combinado com exercício resistido de alta intensidade proporciona melhores benefícios e com maior relevância clínica para pacientes com DPOC em relação à capacidade de exercício, força muscular periférica isométrica, sintomatologia e qualidade de vida, devendo ser considerado para prescrição em um programa de RP.

Como limitações do estudo, não foi possível a realização de um estudo duplo cego, uma vez que o número de profissionais de saúde envolvidos no estudo era pequeno. Além disso, a gravidade da doença não foi proporcional, sendo que a maioria dos pacientes envolvidos no estudo apresentava grau de obstrução grave, entretanto ambos os grupos homogêneos quanto à distribuição da gravidade da doença, o que possibilitou a comparação entre os grupos.

## **Conclusão**

O treinamento físico de diferentes intensidades de exercício resistido em um treinamento combinado mostrou ser efetivo para melhora em relação à sintomatologia e capacidade de exercício independente da intensidade do treinamento resistido. No entanto, o treinamento resistido de alta intensidade pode proporcionar maiores ganhos em relação à qualidade de vida e à força muscular periférica, indicando ser uma intensidade de treinamento em que os pacientes respondem mais e melhor, além de proporcionar maior relevância clínica.

## Referências

1. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key concepts and advances in Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;188(8):e13-64.
2. Celli BR, Decramer M, Wedzicha JA, Wilson KC, Agusti A, Criner GJ, et al. An official American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement: research questions in COPD. *Eur Respir J.* 2015;45:879-905.
3. Clini E, Costi S, Romagnoli M, Florini F. Rehabilitation of COPD patients: which training modality. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2004;61(3):167-173.
4. Ortega F, Toral J, Cejudo P, Villagomez R, Sanchez H, Castillo J. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166:669-674.
5. Silva EG, Dourado VZ. Strength training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Bras Med Esporte.* 2008; 14:231-238.
6. Dourado VZ. Treinamento de Força. In: DOURADO, V.Z. Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Pulmonar, 1<sup>a</sup> edição. Revinter, 2011.
7. Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *J Physiol.* 2009;587(1):211-7.
8. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:687–708.
9. Global Strategy for the Diagnosis. Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). 2013. Available from: <http://www.goldcopd.org/>.
10. Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen W-H, Leidy NK. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J.* 2009;34:648-54.
11. Silva GP, Morano MTAP, Viana CMS, Magalhães CBA, Pereira EDB. Portuguese-language version of the COPD Assessment Test: validation for use in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2013;39(4):402-8.

12. Kon SSC, Canavan JL, Jones SE, Nolan CM, Clark AL, Dickson MJ. Minimum clinically important difference for the COPD Assessment Test: a prospective analysis. *Lancet Respir Med*. 2014;2:195-203.
13. Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM. The St George's Respiratory Questionnaire. *Respir Med* 1991;85(Suppl B):S25-S31; discussion33-37.
14. Sousa TC, Jardim JR, Jones P. Validation of the Saint George's Respiratory Questionnaire in patients with chronic obstructive pulmonary disease in Brazil. *J Pneumol* 2000;26(3):119-128.
15. Jones PW. St. George's Respiratory Questionnaire: MCID. *COPD*. 2005;2:75-9.
16. American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-77.
17. Neder JA, Nery LE. Cardiopulmonary exercise test. *J Pneumol* 2002;28(Suppl 3):S166-206.
18. Casaburi R. Factors determining constant work rate exercise tolerance in COPD and their role in dictating the minimal clinically important difference in response to interventions. *COPD*. 2005;2(1):131-6.
19. American Thoracic Society Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7.
20. Soares MR, Pereira CAC. Six-minute walk test: reference values for healthy adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2011;37(5):576-83.
21. Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, Lee A, Naughton MT, McDonald CF. Updating the minimal important difference for Six-minute walk distance in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91:221-5.
22. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring Muscle Strength for People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Retest Reliability of Hand-Held Dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:32-6.
23. Eisner MD, Iribarre C, Yelin EH, Sidney S, Kats PP, Ackerson L, et al. Pulmonary Function and the Risk of Functional Limitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Epidemiol* 2008;167:1090-101
24. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with handheld dynamometers. *Phys Ther* 1996;76:248-59.

25. Neder JR, Nery LE. Determinação de 1 repetição máxima. In: Neder JR, Nery LE. Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática. São Paulo: Artes Médicas.2003:178-179.
26. Pollock M, Franklin BA, Balady JG, Fletcher B. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation*. 2004; 101:828-833.
27. Ike D, Jamami M, Marino DM, Ruas G, Pessoa BV, Pires Di Lorenzo VA. Efeitos do exercício resistido de membros superiores na força muscular periférica e na capacidade funcional de pacientes com DPOC. *Fisioter Mov*. 2008;23(3):429-37.
28. Walton DM, Macdermid JC, Nielson W, Teasell RW, Chiasson M, Brown L. Reliability, standard error and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(9):644-50.
29. Pires Di Lorenzo VA, Gianjeppe-Santos J, Barusso MS. Effects of aerobic and resistance training on the rehabilitation program for patient with chronic respiratory diseases. In: Ferraresi C. *Physical Exercises: An Important Tool for Physical Therapy*, Nova Science Publishers, 2015.
30. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: a systematic review. *Chest* 2004;126(3):903–14.
31. Andrianopoulos V, Klijn P, Franssen FME, Spruit MA. Exercise training in pulmonary rehabilitation. *Clin Chest Med*. 2014;35(2):313-22.
32. Ricci-Vitor AL, Bonfim R, Fosco LC, Bertolini GN, Ramos EMC, Ramos D, et al. Influence of the resistance training on heart rate variability, functional capacity and muscle strength in the chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49:1-9.
33. Garvey C, Bayler MP, Hamm LF, Hill K, Hollnad A, Limberg TM, Spruit MA. Pulmonary rehabilitation exercise prescription in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: review of selected guidelines. *JCRP*. 2016;36:75-83.
34. Lan C-C, Yang M-C, Lee C-H, Huang Y-C, Huang C-Y, Huang K-L, Wu Y-K. Pulmonary rehabilitation improves exercise capacity and quality of life in underweight patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*. 2011;16:276-83.

35. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD-C, Porcher R, Cetti EJ, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2007; 62: 115–20.
36. Zuwallack R. Physical activity in patients with COPD: the role of pulmonary rehabilitation. *Pneumonol Alergol Pol*. 2009; 77: 72–6.
37. Man WD-C, Kemp P, Moxham J, Polkey MI. Skeletal muscle dysfunction in COPD: clinical and laboratory observations. *Clinical Science*. 2009; 117: 251–64.
38. Santiworakul A, Jarungjitaree S, Jalayondeja W, Chantarothorn S, Supaibulpipat S. Effect of lower extremity exercise on muscle strength and physical capacity in COPD patients. *J Med Assoc Thai*. 2009;92(4):556-63.
39. Dodd JW, Hogg L, Nolan J, Jefford H, Grant A, Lord VM, et al. The COPD assessment test (CAT): response to pulmonar rehabilitation. A multicenter, prospective study. *Thorax*. 2011;66:425-9.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Universidade de São Carlos, onde o estudo foi realizado e aos colegas do Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória. Além disso, os autores fazem sinceros agradecimentos pela contribuição da Profa. Dra. Fabíola Paula Galhardo Rizzatti e do Prof. Dr. Mauricio Jamami, que participaram com assistência à pesquisa nesse artigo. Os autores declaram que não apresentam conflitos de interesse.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS DO ESTUDO

Após a realização dos dois estudos, foi possível esclarecer e proporcionar maior orientação quanto aos caminhos a serem seguidos durante a RP em pacientes com DPOC com algumas particularidades. Levando-se em consideração o paciente com DPOC que são mais sintomáticos de acordo com a pontuação do questionário CAT, maior atenção deve ser dada àqueles com maior gravidade da doença, pois esses pacientes apresentaram pior desempenho na capacidade de exercício em cicloergômetro, sendo que a menor reserva ventilatória e déficit de oxigenação parecem ser fatores limitantes mais pronunciados no pico do exercício nesse grupo específico quando comparados ao pacientes com mais sintomas e menor gravidade da doença.

Adicionalmente, a força muscular isométrica dos músculos extensores de joelho inferiores desses pacientes com mais sintomas e maior obstrução ao fluxo aéreo foi capaz de prever aproximadamente 52% do desempenho no exercício em cicloergômetro. Dessa forma, se esses pacientes tiverem força muscular isométrica diminuída, sua capacidade de exercício estará mais limitada, situação que é potencializada por menor reserva ventilatória e déficit de oxigenação nesses pacientes.

Portanto, os pacientes que são encaminhados à RP e apresentem maior sintomatologia associada à maior gravidade da doença devem participar de um treinamento físico com objetivos de melhorar a força muscular periférica de membros inferiores principalmente, aumentar a reserva ventilatória e melhorar a oxigenação, pois as adaptações geradas pois melhora no desempenho durante o exercício físico podem ser extrapoladas para as atividades cotidianas desses pacientes.

Esses pacientes poderiam se beneficiar com um treinamento combinado, sendo o treinamento resistido de alta intensidade mais indicado para proporcionar maiores benefícios em diversos aspectos, como foi mostrado pelo segundo estudo. Isso porque o treinamento combinado mostrou ser efetivo para melhora em relação à sintomatologia e capacidade de exercício independente da intensidade do treinamento resistido. Entretanto, alta intensidade no treinamento resistido foi capaz de proporcionar maiores benefícios com relevância clínica também para a qualidade de vida e a força muscular periférica, tanto de MMII quanto de MMSS.

A realização do treinamento combinado pode ser vantajosa na obtenção de melhoras abrangentes, principalmente para os pacientes com maiores repercussões da doença, como os pacientes do primeiro estudo que apresentavam mais sintomas, maior

gravidade da doença e pior desempenho na capacidade de exercício, com limitação ventilatória, de oxigenação e muscular periférica influenciando negativamente.

Deve-se levar em conta que o treinamento resistido pode ser menos exaustivo do que o treinamento aeróbio contínuo principalmente para os pacientes mais graves, uma vez que é um exercício intervalado que proporciona momentos de repouso entre as repetições. Importante enfatizar que todos os pacientes que realizaram o treinamento resistido iniciando em 60% da 1RM e finalizando em até 81% da 1RM conseguiram realizar o exercício sem dificuldades, mesmo aqueles com maior gravidade da doença, além de que a quantidade de pacientes que não completaram o treinamento foi semelhante entre os grupos, indicando que o treinamento resistido de alta intensidade teve a mesma adesão do que o de baixa intensidade, sem repercussões negativas decorrente de sobrecarga.

Dessa forma, os benefícios proporcionados por intensidade otimizada tanto no treinamento aeróbio quanto no treinamento resistido, proporciona melhoras mais consistentes e com maior relevância clínica tanto no desempenho físico quanto na percepção dos sintomas e qualidade de vida para esses pacientes. Esses achados são muito importantes e trazem maiores evidências de que os profissionais da saúde devem buscar avaliações detalhadas de seus pacientes a fim de obter informações relevantes para a prescrição de exercício físico direcionado para as limitações de cada paciente.

Entretanto, não se sabe se essas melhoras que foram encontradas em relação à capacidade de exercício, força muscular isométrica e qualidade de vida nos pacientes submetidos ao treinamento aeróbio associado ao resistido de alta intensidade também podem ser encontradas considerando-se o desempenho dos pacientes nas suas AVD e se as diferentes intensidades de treinamento mantêm os benefícios durante um período após a intervenção. Portanto, estudos futuros devem ser realizados buscando elucidar essas questões.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, A.G.N.; NOGUERA, A.; SAULEDA, J.; SALA, E.; PONS, J.; BUSQUETS, X. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. **Eur Respir J**, v.21, p. 347–60, 2003.

TSILIGIANNI, I.; KOCKS, J.; TZANAKIS, N.; SIAFAKAS, N.; VAN DER MOLEN, T. Factors that influence disease-specific quality of life or health status in patients with COPD: a review and meta-analysis of Pearson correlations. **Prim Care Respir J**, v.20, n.3, p.257–68, 2011.

ALTENBURG, W.A.; DE GREEF, M.H.; TEN HACKEN, N.H.; WEMPE, J.B. A better response in exercise capacity after pulmonary rehabilitation in more severe COPD patients. **Respir Med**, v.106, n.6, p.694-700, 2012.

ANDRIANOPOULOS, V.; KLIJN, P.; FRANSSEN, F.M.E.; SPRUIT, M.A. Exercise training in pulmonary rehabilitation. **Clin Chest Med**, v.35, n.2, p.313-22, 2014.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, p.687–708, 2009.

BOLAND, M.R.S.; TSIACHRISTAS, A.; KRUIS, A.L.; CHAVANNES, N.H.; RUTTEN-VAN MOLKEN, M.P.M.H. Are GOLD ABCD groups better associated with health status and costs than GOLD 1234 grades? A cross-sectional study. **Prim Care Respir J**, v.23, n.1, p.30-7, 2014.

BOZEK, A.; ROGALA, B.; BEDNARSKI, P. Asthma, COPD and comorbidities in elderly people. **J Asthma**, v.53, n.9, p.943-6, 2016.

CELLI, B.R.; DECRAMER, M.; WEDZICHA, J.A.; WILSON, K.C.; AGUSTI, A.; CRINER, G.J.; *et al.* An official American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement: research questions in COPD. **Eur Respir J**, v.45, p.879-905, 2015.

CLINI, E.; COSTI, S.; ROMAGNOLI, M.; FLORINI, F. Rehabilitation of COPD patients: which training modality. **Monaldi Arch Chest Dis**, v.61, n.3, p. 167-73, 2004.

DÍAZ, O.; VILAFRANCA, C.; GHEZZO, H.; BORZONE, G.; LEIVA, A.; MILIC-EMILI, J.; LISBOA, C. Breathing pattern and gas exchange at peak exercise in COPD patients with and without tidal flow limitation at rest. **Eur Respir J**, v.17, n.6, p.1120-7, 2001.

DOURADO, V.Z., ANTUNES, L.C.O., TANNI, S.E., PAIVA, S.A.R, PADOVANI, C.R., GODOY, I. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. **Chest**, v. 129, p. 551-57, 2006.

Dourado VZ. Treinamento de Força. In: DOURADO, V.Z. **Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Pulmonar**, 1<sup>a</sup> ed. Revinter, 2011.

EMTNER, M.; HALLIN, R.; ARNARDOTTIR, R.H.; JANSON, C. Effect of physical training on fat-free mass in patients with COPD. **Ups J Med Sci**, v.120, n.1, p.52-8, 2015.

GARVEY, C.; BAYLER, M.P.; HAMM, L.F.; HILL, K.; HOLLAND, A.; LIMBERG, T.M.; SPRUIT, M.A. Pulmonary rehabilitation exercise prescription in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: review of selected guidelines. **JCRP**, v.36, p.75-83, 2016.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). **Global Strategy for the Diagnosis. Management and Prevention of COPD**. Inc, 2010 [Revised 2011; cited 2012 Feb 5]. Disponível em: <http://www.goldcopd.org/br>.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). **Global Strategy for the Diagnosis. Management and Prevention of COPD**. Revised 2015; Updated 2016. Disponível em: <http://www.goldcopd.org/>.

HILLMAN, C.M.; HEINECKE, E.L.; HII, J.W.S.; CECINS, N.M.; JENKINS, S.C.; EASTWOOD, P.R. Relationship between body composition, peripheral muscle strength and functional exercise capacity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Intern Med J**, v.42, n.5, p.578-81, 2012.

JONES, P.W.; HARDING, G.; BERRY, P.; WIKLUND, I.; CHEN, W.H.; LEIDY, N.K. Development and first validation of the COPD Assessment Test. **Eur Respir J**, v.34, n.3, p.648-54, 2009.

JONES, P.W.; WATZ, H.; WOUTERS, E.F.M.; CAZZOLA, M. COPD: the patient perspective. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.**, v.11, p.13-20, 2016.

KAWUT, S.M.; POOR, H.D.; PARIKH, M.A.; HUEPER, K.; SMITH, B.M.; BLUEMKE, D.A.; et al. Cor pulmonale parvus in chronic obstructive pulmonary disease and emphysema: the MESA COPD study. **JACC**, v.64, n.19, p.2000-9, 2014.

KIM, H.C.; MOFARRA, M.; HUSSAIN, S.N.A. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Intern J COPD**, v.3, n.4, p.637-58, 2008.

KUMAR, V.; SELBY, A.; RANKIN, D.; PATEL, R.; ATHERTON, P.; HILDEBRANDT, W.; *et al.* Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. **J Physiol**, v.587, n.1, p.211-7, 2009.

LAN, C-C.; YANG, M-C.; LEE, C-H.; HUANG, Y-C.; HUANG, C-Y.; HUANG, K-L.; WU Y-K. Pulmonary rehabilitation improves exercise capacity and quality of life in underweight patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respirology**, v.16, p.276-83, 2011.

LANGER, D.; CIAVAGLIA, C.E.; NEDER, J.A.; WEBB, K, A. O' DONNELL, D.E. Lung hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease: mechanisms, clinical implications and treatment. **Expert Rev Respir Med.**, v.8, n.6, p.731-49, 2014.

LAVIOLETTE, L.; BOURBEAU, J.; BERNARD, S.; LACASSE, Y.; PEPIN, V.; BRETON, M.J.; *et al.* Assessing the impact of pulmonary rehabilitation on functional status in COPD. **Thorax**, v.63, p.115-21, 2008.

MAHLER, D.A. Mechanisms and measurement of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease. **Proc Am Thorac Soc**, v.3, n.3, p.234-238, 2006.

MAHLER, D.A.; GIFFORD, A.H.; WATERMAN, L.A.; WARD, J.; MACHALA, S.; BAIRD, J.C. Mechanism of greater oxygen desaturation During walking compared with cycling in patients with COPD. **Chest**, v.140, n.2, p.351-8, 2011.

MAN, W.D-C.; KEMP, P.; MOXHAM, J.; POLKEY, M.I. Skeletal muscle dysfunction in COPD: clinical and laboratory observations. **Clinical Science**, v.117, p.251-64, 2009.

O'DONNELL, D.E.; REVILL, S.M.; WEBB, K.A. Dynamic Hyperinflation and exercise intolerance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v.164, p.770-7, 2001.

O'DONNELL, D.E.; ORA, J.; WEBB, K.A.; LAVENEZIANA, P.; JENSEN, D. Mechanism of activity-related dyspnea in pulmonary diseases. **Respir Physiol Neurobiol**, v.167, n.1, p.116-32, 2009.

O'DONNELL, D.E.; GUENETTE, J.A.; MALTAIS, F.; WEBB, K.A. Decline of resting inspiratory capacity in COPD: the impact on breathing pattern, dyspnea, and ventilatory capacity during exercise. **Chest**, v.141, n.3, p.753-62, 2012.

ORTEGA, F.; TORAL, J.; CEJUDO, P.; VILLAGOMEZ, R.; SANCHEZ, H.; CASTILLO, J. Comparison of effects of strength and endurance training in patients

with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, p.669-74, 2002.

PIRES DI LORENZO, V.A.; GIANJOPPE-SANTOS, J.; BARUSSO, M.S. Effects of aerobic and resistance training on the rehabilitation program for patient with chronic respiratory diseases. In: Ferraresi C. **Physical Exercises: An Important Tool for Physical Therapy**, Nova Science Publishers, 2015.

PROBST, V.S.; TROOSTERS, T.; PITTA, F.; DECRAMER, M.; GOSSELINK, R. Cardiopulmonary stress during exercise training in patients with COPD. **Eur Respir J**, v.27, p.1110–8, 2006.

SILVA, E.G.; DOURADO, V.Z. Strength training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Rev Bras Med Esporte**, v.14, p. 231-8, 2008.

SIMON, K.M.; CARPES, M.F.; CORREA, K.S; DOS SANTOS, K.; KARLOH, M.; MAYER, A.F. Relationship between daily living activities (ADL) limitation and the BODE index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Rev Bras Fisioter**, v.15, n.3, p.212–218, 2011.

SPRUIT, M.A.; SINGH, S.J.; GARVEY, C.; ZUWALLACK, R.; NICI, L.; ROCHESTER, C.; *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key concepts and advances in Pulmonary Rehabilitation. **Am J Respir Crit Care Med**, v.188, n.8, p.13-64, 2013.

SPRUIT, M.A.; PITTA, F.; GARVEY, C.; ZUWALLACK, R.L.; ROBERTS, C.M.; COLLINS, E.G.; *et al.* Differences in content and organisational aspects of pulmonary rehabilitation programmes. **Eur Respir J**, v.43, p.1326-37, 2014.

STENDARDI, L.; BINAZZI, B.; SCANO, G. Exercise dyspnea in patients with COPD. **Intern J COPD**, v.2, n.4, p.429-39, 2007.

TSILIGIANNI, I.; KOCKS, J.; TZANAKIS, N.; SIAFAKAS, N.; VAN DER MOLEN, T. Factors that influence disease-specific quality of life or health status in patients with COPD: a review and meta-analysis of Pearson correlations. **Prim Care Respir J**, v.20, n.3, p.257–68, 2011.

VOELKEL, N.F.; TUDER, R.M. Hypoxia-induced pulmonary vascular remodeling: a model for what human disease? **J Clin Invest**, n.106, p.733–8, 2000.

YANG, H.; XIANG, P.; ZHANG, E.; GUO, W.; SHI, Y.; ZHANG, S.; TONG, Z. Is hypercapnia associated with poor prognosis in chronic obstructive pulmonary disease? A long-term follow-up cohort study. **BMJ Open**, v.5, n.12, 2015.



**Anexo 1****Versão em português do questionário *modified Medical Research Council***

Nome: \_\_\_\_\_

DN: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      Hora: \_\_\_\_\_

Por favor, marque com um “X” o grau de falta de ar que mais corresponde a seu caso atualmente.

<b>ESCALA DE DISPNEIA</b>	
<b>Classificação</b>	<b>Características</b>
0	Só sofre de falta de ar durante exercícios intensos.
1	Sofre de falta de ar quando andando apressadamente ou subindo uma rampa leve.
2	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.
3	Para para respirar depois de andar menos de 100 metros ou após alguns minutos.
4	Sente tanta falta de ar que não sai mais de casa, ou quando está se vestindo.

## Anexo 2

p seu nome:

Data de hoje:



### Como está a sua DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica)? Faça o Teste de Avaliação da DPOC (COPD Assessment Test – CAT)

Este questionário irá ajudá-lo e ao seu profissional de saúde a medir o impacto que a DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica) causa no seu bem estar e no seu dia a dia. As suas respostas e a pontuação do teste podem ser utilizadas por você e pelo seu profissional de saúde para ajudar a melhorar o controle da sua DPOC e a obter o máximo benefício do tratamento.

Por exemplo: Estou muito feliz	<input type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Estou muito triste	
Nunca tenho tosse	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Tenho tosse o tempo todo	<input type="text"/>
Não tenho nenhum catarro (secreção) no peito	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	O meu peito está cheio de catarro (secreção)	<input type="text"/>
Não sinto nenhuma pressão no peito	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Sinto uma grande pressão no peito	<input type="text"/>
Não sinto falta de ar quando subo uma ladeira ou um andar de escadas	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Sinto bastante falta de ar quando subo uma ladeira ou um andar de escada	<input type="text"/>
Não sinto nenhuma limitação nas minhas actividades em casa	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Sinto-me muito limitado nas minhas actividades em casa	<input type="text"/>
Sinto-me confiante para sair de casa, apesar da minha doença pulmonar	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Não me sinto nada confiante para sair de casa, por causa da minha doença pulmonar	<input type="text"/>
Durmo profundamente	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Não durmo profundamente devido à minha doença pulmonar	<input type="text"/>
Tenho muita energia (disposição)	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	Não tenho nenhuma energia (disposição)	<input type="text"/>
<p>O logo COPD Assessment Test e CAT é uma marca registrada do grupo de empresas GlaxoSmithKline. ©2009 do grupo de empresas GlaxoSmithKline. Todos os direitos reservados.</p>			<input type="text"/>
			<div style="border: 2px solid blue; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #0056b3; color: white; text-align: center;"> <p>Clique para ver sua pontuação total</p> </div>

### Anexo 3

#### |IPAQ – Versão curta| AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

**1a** Em quantos dias da última semana você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**):

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por **pelo menos 10 minutos contínuos**, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre (deixa livre ou lazer. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV, jogando vídeo game, bate-papo na internet e uso do computador para jogar e estudar. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

#### Classificação:

( ) **Muito ativo**

( ) **Ativo**

( ) **Irregularmente ativo A**

( ) **Irregularmente ativo B**

( ) **Sedentário**



## Anexo 4

## Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória (SGRQ)\*

\* Esse questionário foi traduzido e validado no Brasil por Thais Costa de Sousa, José Roberto Jardim e Paul Jones

Este questionário nos ajuda a compreender até que ponto a sua dificuldade respiratória o perturba e afeta a sua vida. Nós o utilizamos para descobrir quais os aspectos da sua doença que causam mais problemas. Estamos interessados em saber o que você sente e não o que os médicos, enfermeiras e fisioterapeutas acham que você sente. Leia atentamente as instruções. Esclareça as dúvidas que tiver. Não perca muito tempo nas suas respostas.

## Parte 1

◆ Nas perguntas abaixo, assinale aquela que melhor identifica seus problemas respiratórios nos últimos 3 meses.

◆ *Obs.: Assinale um só quadrado para as questões de 01 a 08:*

	Maioria dos dias da semana (5-7 dias)	Vários dias na semana (2-4 dias)	Alguns dias no mês	Só com infecções respiratórias	Nunca
1) durante os últimos 3 meses tossi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) durante os últimos 3 meses tive catarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) durante os últimos 3 meses tive falta de ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) durante os últimos 3 meses tive "chiado no peito"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Durante os últimos 3 meses, quantas vezes você teve crises graves de problemas respiratórios:					
mais de 3	3	2	1	nenhuma	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6) Quanto tempo durou a pior dessas crises? ( <i>passar para a pergunta 7 se não teve crises graves</i> )					
1 semana ou mais	3 ou mais dias	1 ou 2 dias	menos de 1 dia		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7) Durante os últimos 3 meses, em uma semana considerada como habitual, quantos dias bons (com poucos problemas respiratórios) você teve:					
nenhum dia	1 ou 2 dias	3 ou 4 dias	quase todos os dias	todos os dias	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8) Se você tem "chiado no peito", ele é pior de manhã?					
Não	Sim				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

## • Parte 2

## ◆ Seção 1

A) Assinale um só quadrado para descrever a sua doença respiratória:

É o meu maior problema	Me causa muitos problemas	Me causa alguns problemas	Não me causa nenhum problema
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B) Se você já teve um trabalho pago, assinale um dos quadrados:

<i>(passar para a Seção 2, se você não trabalha)</i>	
- minha doença respiratória me obrigou a parar de trabalhar	<input type="checkbox"/>
- minha doença respiratória interfere (ou interferiu) com o meu trabalho normal ou já me obrigou a mudar de trabalho	<input type="checkbox"/>
- minha doença respiratória não afeta (ou não afetou) o meu trabalho	<input type="checkbox"/>

## ◆ Seção 2

As perguntas abaixo referem-se às atividades que normalmente têm provocado falta de ar em você nos últimos dias. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

	Sim	Não
- sentado/a ou deitado/a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- tomando banho ou vestindo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- caminhando dentro de casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- caminhando em terreno plano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- subindo um lance de escada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- subindo ladeiras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- praticando esportes ou jogos que impliquem esforço físico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

♦ *Seção 3*

Mais algumas perguntas sobre a sua tosse e a sua falta de ar nos últimos dias. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

	Sim	Não
- minha tosse me causa dor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- minha tosse me cansa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- tenho falta de ar quando falo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- tenho falta de ar quando dobro o corpo para frente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- minha tosse ou falta de ar perturba meu sono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- fico exausto/a com facilidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

♦ *Seção 4*

Perguntas sobre outros efeitos causados pela sua doença respiratória nos últimos dias. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

	Sim	Não
- minha tosse ou falta de ar me deixam envergonhado/a em público	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- minha doença respiratória é inconveniente para a minha família, amigos ou vizinhos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- tenho medo ou mesmo pânico quando não consigo respirar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- sinto que minha doença respiratória escapa ao meu controle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- eu não espero nenhuma melhora da minha doença respiratória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- minha doença me debilitou fisicamente, o que faz com que eu precise da ajuda de alguém	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- fazer exercício é arriscado para mim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- tudo o que faço parece ser um esforço muito grande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

♦ *Seção 5*

A) Perguntas sobre a sua medicação. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:  
(*passar para a Seção 6 se não toma medicamentos*)

	Sim	Não
- minha medicação não está me ajudando muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- fico envergonhado/a ao tomar medicamentos em público	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- minha medicação me provoca efeitos colaterais desagradáveis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- minha medicação interfere muito com o meu dia-a-dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ã

♦ *Seção 6*

As perguntas seguintes se referem às atividades que podem ser afetadas pela sua doença respiratória. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* se pelo menos uma parte da frase corresponde ao seu caso; se não, assinale *Não*.

	Sim	Não
- levo muito tempo para me lavar ou me vestir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- demoro muito tempo ou não consigo tomar banho de chuveiro ou na banheira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- ando mais devagar que as outras pessoas, ou tenho que parar para descansar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- demoro muito tempo para realizar as tarefas como o trabalho da casa, ou tenho que parar para descansar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- quando subo um lance de escada, vou muito devagar, ou tenho que parar para descansar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- se estou apressado/a ou caminho mais depressa, tenho que parar para descansar ou ir mais devagar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- por causa da minha doença respiratória, tenho dificuldade para fazer atividades como: subir ladeiras, carregar objetos subindo escadas, dançar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- por causa da minha doença respiratória, tenho dificuldades para fazer atividades como: carregar grandes pesos, fazer "cooper", andar muito rápido ou nadar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- por causa da minha doença respiratória, tenho dificuldade para fazer atividades como: trabalho manual pesado, correr, nadar rápido ou praticar esportes muito cansativos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ♦ Seção 7

A) Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, para indicar outras atividades que geralmente podem ser afetadas pela sua doença respiratória no seu dia-a-dia: (não se esqueça que *Sim* só se aplica ao seu caso quando você não puder fazer essa atividade devido à sua doença respiratória).

	Sim	Não
- praticar esportes ou jogos que impliquem esforço físico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- sair de casa para me divertir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- sair de casa para fazer compras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- fazer o trabalho da casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- sair da cama ou da cadeira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B) A lista seguinte descreve uma série de outras atividades que o seu problema respiratório pode impedir você de realizar (você não tem que assinalar nenhuma das atividades, pretendemos apenas lembrá-lo das atividades que podem ser afetadas pela sua falta de ar).

- Passear a pé ou passear com o seu cachorro
- fazer o trabalho doméstico ou jardinagem
- ter relações sexuais
- ir à igreja, bar ou a locais de diversão
- sair com mau tempo ou permanecer em locais com fumaça de cigarro
- visitar a família e os amigos ou brincar com as crianças

Por favor, escreva qualquer outra atividade importante que sua doença respiratória pode impedir você de fazer:

---



---

C) Assinale com um "x" somente a resposta que melhor define a forma como você é afetado/a pela sua doença respiratória:

- não me impede de fazer nenhuma das coisas que eu gostaria de fazer	<input type="checkbox"/>
- me impede de fazer uma ou duas coisas que eu gostaria de fazer	<input type="checkbox"/>
- me impede de fazer a maioria das coisas que eu gostaria de fazer	<input type="checkbox"/>
- me impede de fazer tudo o que eu gostaria de fazer	<input type="checkbox"/>

Obrigado por responder ao questionário. Antes de terminar, verifique se você respondeu a todas as perguntas.

---



## Apêndice 1

# Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

**Submitted to**  
Respiratory Care

**Manuscript ID**  
RC-05182

**Title**  
Exercise capacity differentiation in more symptomatic COPD subjects with different disease severity – a cross-sectional study

**Authors**  
Gianjeppe-Santos, Júlia  
Barusso, Marina  
Burtin, Chris  
Di Lorenzo, Valeria Amorim

**Date Submitted**  
03-Aug-2016

[Author Dashboard](#)

© Thomson Reuters | © ScholarOne, Inc., 2016. All Rights Reserved.  
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.  
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,855.

[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)

## Apêndice 2

# Submission Confirmation

[Print](#)

---

Thank you for your submission

---

**Submitted to**  
Physical Therapy

**Manuscript ID**  
PTJ-2016-0515

**Title**  
Effects of two resistance training intensities in combined training on muscle strength, exercise capacity, symptoms and quality of life in COPD

**Authors**  
Gianjeppe-Santos, Julia  
Barusso, Marina  
Di Lorenzo, Valéria

**Date Submitted**  
27-Oct-2016

---

---

[Author Dashboard](#)

---

© Thomson Reuters | © ScholarOne, Inc., 2016. All Rights Reserved.  
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.  
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.

[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)

## Apêndice 3



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676

CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil

Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR

[cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br) <http://www.propq.ufscar.br>**Parecer Nº. 001/2013**

**Título do projeto:** IMPACTO DO TREINAMENTO AERÓBIO E TREINAMENTO RESISTIDO EM DIFERENTES INTENSIDADES NO DESEMPENHO EM ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA E ÍNDICE BODE EM PACIENTES COM DPOC

**Pesquisador Responsável:** JULIA GIANJOPPE DOS SANTOS

**Orientador:** VALERIA AMORIM PIRES DI LORENZO

**Colaborador(es):** MAURICIO JAMAMI; SAMANTHA MARIA NYSSSEN

**CAAE:** 0354.0.135.000-11

**Processo número:** 23112.004239/2011-04

**Grupo:** III

**Área de conhecimento:** 4.00 - Ciências da Saúde / 4.08 - Fisioterapia e Terapia Ocupacional

**Parecer**

O projeto foi aprovado pelo parecer 243/2012, sendo a finalidade acadêmica o mestrado da pesquisadora. Devido a um problema de cronograma, e que o projeto ficou por muito tempo em análise, a pesquisadora não a desenvolveu. Já tendo a pesquisa supracitada aprovada, solicitou a este CEP que analisasse uma alteração na finalidade acadêmica do projeto, de mestrado para doutorado, com a devida alteração do cronograma. Por não haver alterações no método de pesquisa e estando o cronograma exequível, considero que não há objeção e declaro o pedido de alteração **aprovado**.

**Normas a serem seguidas**

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente dentro de 1 (um) ano a partir desta data e ao término do estudo.

São Carlos, 26 de fevereiro de 2013.

Profa. Dra. Maria Isabel Ruiz Beretta  
Coordenadora do CEP/UFSCar

## Apêndice 4



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Fisioterapia Respiratória

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa **“IMPACTO DO TREINAMENTO AERÓBIO E TREINAMENTO RESISTIDO EM DIFERENTES INTENSIDADES NO DESEMPENHO EM ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA E ÍNDICE BODE EM PACIENTES COM DPOC.”**

Você foi selecionado para participar porque apresenta diagnóstico clínico de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) moderada a grave, constatado pela espirometria; está estável, sem história de infecções, aumento dos sintomas respiratórios ou mudança de medicamentos nos dois meses anteriores ao estudo; faz uso ou não de oxigênio; não fumante ou ex-fumante e apresenta pontuação da versão modificada do questionário Medical Research Council modificado (mMRC) maior ou igual a 2. Além disso, você foi encaminhado pelo médico para à Unidade de fisioterapia respiratória na Unidade Saúde Escola (USE) ou na Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da UFSCar, porém sua participação não é obrigatória.

Os objetivos deste estudo são verificar quanto o treinamento na bicicleta ergométrica e de dois tipos de treinamento de força influenciam no desempenho e na falta de ar nas atividades do dia-a-dia e nos fatores associados ao aumento da mortalidade dos pacientes com DPOC.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar avaliações, programa de reabilitação pulmonar e reavaliações. As avaliações e reavaliações serão compostas por: exame físico, aplicação de escalas e questionários sobre a falta de ar, teste de força dos braços e das pernas, testes de mobilidade e equilíbrio, Teste de Caminhada de 6 minutos (quantos metros caminha durante seis minutos), circuito de atividades do dia-a-dia em laboratório adaptado, Teste de 1 Repetição máxima (qual maior carga que consegue realizar um exercício de força) e Teste de Exercício Cardiorpulmonar Incremental (na bicicleta ergométrica, qual é a carga mais alta que consegue pedalar) e de Carga Constante (quanto tempo consegue pedalar em uma carga pré-determinada).

O programa de reabilitação pulmonar será com treinamento na bicicleta ergométrica, treinamento de força, alongamentos gerais e exercícios de equilíbrio, de 2 a 3 vezes por semana, aproximadamente 1 hora por sessão, totalizando 36 sessões. O protocolo proposto nesse projeto terá todas as atividades que são realizadas normalmente na reabilitação pulmonar, entretanto haverá uma padronização das intensidades e dos exercícios, todos considerados seguros para os pacientes com DPOC. A intensidade do treinamento na bicicleta ergométrica será igual para todos os



pacientes, com duração de 20 a 30 minutos. Entretanto, o treinamento de força terá dois grupos de pacientes, que serão divididos por sorteio, que irão fazer o treinamento em duas intensidades diferentes. Os exercícios de força serão em aparelhos de musculação, com dois tipos de exercícios para os braços e um(1) tipo de exercício para as pernas.

Ao participar dessa pesquisa, você receberá acompanhamento e monitorização durante todo tempo, com critérios de segurança. Nos atendimentos, os terapeutas irão perguntar antes, durante e depois do treinamento físico se você apresenta possíveis sintomas (falta de ar, cansaço nas pernas e nos braços, palpitações e batadeira no peito) e farão monitorização todo o tempo da frequência cardíaca, saturação periférica de oxigênio e medida da pressão arterial. Se ocorrer qualquer sinal e sintoma mínimo anormal, o exercício será interrompido, seguindo os seguintes critérios: aumento da Frequência Cardíaca (FC) acima de 85% da FC máxima prevista para a idade, ou queda de mais de 20% da FC; Pressão Arterial Sistólica maior que 180 mmHg; redução de mais de 20% da Pressão Arterial Sistólica ou Diastólica; Saturação periférica de Oxigênio abaixo de 85%, com ou sem o uso de oxigênio suplementar. Se você estiver com a SpO<sub>2</sub> menor do que 88% em repouso ou no exercício, será colocado oxigênio suplementar, e se aumentar a dispneia e “chiado” no peito, o exercício será interrompido imediatamente.

Ao participar desse trabalho, você estará contribuindo para proporcionar maiores esclarecimentos sobre os benefícios do exercício físico em pacientes com DPOC. Terá como benefícios informações sobre alguns aspectos de saúde, dentre eles capacidade funcional, grau de falta de ar, força muscular em pernas e braços, mobilidade e equilíbrio, desempenho nas atividades do dia-a-dia, que tem efeitos sobre a qualidade de vida. Além disso, terá a possibilidade de aproveitar os benefícios a curto prazo do exercício físico e manter sua capacidade física por meio dos exercícios propostos.

Entretanto, você estará sujeito a aumento momentâneo da frequência cardíaca e respiratória, da falta de ar e do cansaço nas pernas resultantes da prática de exercícios físicos, além de dores músculo-esqueléticas e quedas, mas estes riscos serão minimizado ao ser monitorado constantemente pelos pesquisadores.

A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento, mediante aviso prévio. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com o atendimento recebido nas unidades de Fisioterapia Respiratória da UFSCar.

As informações obtidas durante todo o tratamento, bem como imagens (Fotos, Filmagens) da sua participação na avaliação e tratamento serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a sua autorização. As informações e imagens assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, com sua privacidade preservada, utilizando somente as iniciais no nome para identificar os dados relativos a você (exemplo José da Silva – J. S.) e ocultando sua face nas imagens.

Não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida, bem como qualquer outra compensação financeira que possa lhe beneficiar em função da participação neste

estudo. Não existirão despesas pessoais relativas ao tratamento que será realizado; se houver necessidade de ressarcimento de gastos, será feito pelo pesquisador responsável.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Ft. Júlia Gianjoppe dos Santos:

Fone: (16) 3376-0198; (16) 8204-7640; e-mail: [julia\\_gian@hotmail.com](mailto:julia_gian@hotmail.com)

Endereço: Rua Episcopal, nº 2494, ap172-A, Centro – São Carlos SP;

Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo:

Fone: (16) 3371-3444; (16) 3351-8343; e-mail: [vallorenzo@ufscar.br](mailto:vallorenzo@ufscar.br)

---

**Ft. Júlia Gianjoppe dos Santos**

---

**Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo**

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br)

**Portanto,**

**Eu** \_\_\_\_\_,  
**RG** \_\_\_\_\_, **Estado Civil**, \_\_\_\_\_, **idade** \_\_\_\_\_,  
**residente na Rua** \_\_\_\_\_,  
**nº** \_\_\_\_\_, **Bairro** \_\_\_\_\_, **Cidade** \_\_\_\_\_, **Telefone**  
 \_\_\_\_\_, **declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

São Carlos, .....de.....de 20.....

---

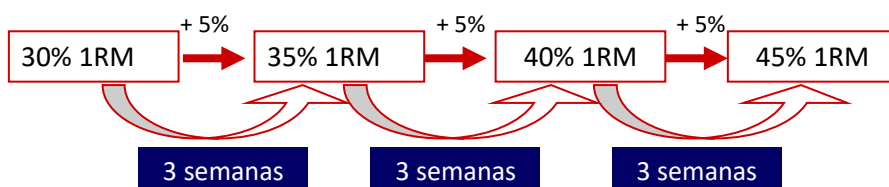
Assinatura do Voluntário

**Apêndice 5**

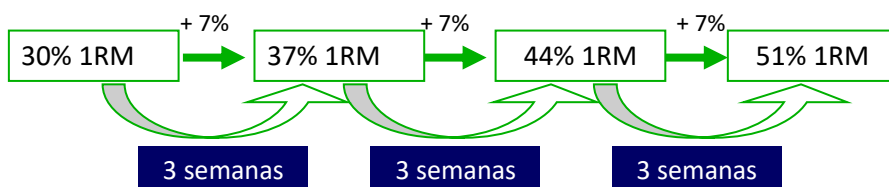
## PROTOCOLO TREINAMENTO RESISTIDO

- **Baixa Intensidade (TRBI)** → Ênfase = Resistência muscular  
3 x 15 repetições – Intervalo: 2 min

### Membros Superiores

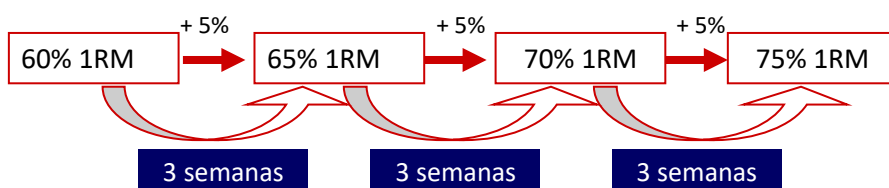


### Membros Inferiores



- **Alta Intensidade (TRAI)** → Ênfase = Força muscular  
3 x 8 repetições – Intervalo: 2 min

### Membros Superiores



### Membros Inferiores

