

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

CAROLINA BENEDETTI CASTELLARI

**EXISTE ASSOCIAÇÃO ENTRE FADIGA MUSCULAR PERIFÉRICA, ATIVIDADES
DE VIDA DIÁRIA E FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM
DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA?**

SÃO PAULO – SP
2020

CAROLINA BENEDETTI CASTELLARI

EXISTE ASSOCIAÇÃO ENTRE FADIGA MUSCULAR PERIFÉRICA, ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA E FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA?

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho.

Orientador: Prof^o Dr. Dirceu Costa

Co-orientadora: Prof.^a Dra. Evelim Gomes

SÃO PAULO – SP

Dezembro - 2020

Castellari, Carolina Benedetti.

Existe associação entre fadiga muscular periférica, atividades de vida diária e força muscular respiratória em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica? / Carolina Benedetti Castellari. 2020.

51 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020.

Orientador (a): Prof. Dr. Dirceu Costa.

Doença pulmonar obstrutiva crônica. 2. Fadiga muscular. 3. Atividade de vida diária. 4. Força muscular respiratória.

Costa, Dirceu. II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 08 de dezembro de 2020.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): CAROLINA BENEDETTI CASTELLARI

Título da Dissertação: “Associação Entre Fadiga Muscular Periférica, Atividades de Vida Diária e Força Muscular Respiratória em Indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica”

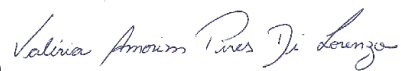
Presidente: PROF. DR. DIRCEU COSTA



Membro: PROFA. DRA. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE



Membro: PROFA. DRA. VALÉRIA AMORIM PIRES DI LORENZO



DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação às amadas avós Ercy e Catarina, a quem, mesmo distante, sou eternamente grata pelo carinho, amor e cuidado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais e irmão por todo apoio e incentivo, por me ajudarem a enfrentar todos os obstáculos e por nunca me deixarem desistir.

Aos meus orientadores, professor Dirceu Costa e professora Evelim Gomes, pela oportunidade, confiança, ensinamentos e por, mais uma vez, me acolherem junto à equipe do Laboratório de Avaliação Respiratória.

Ao professor Fabiano Politti por toda a contribuição para que este trabalho pudesse se concretizar.

Às professoras Luciana Malosá, Valéria Amorim e Simone Dal Corso que, por meio de suas aulas e considerações, contribuíram para a lapidação deste trabalho e para a minha formação pessoal e acadêmica.

Aos colegas de laboratório, Rodrigo, Adriana, Daniela, Aldenice, Josiane e Manoela, que se tornaram amigos para a vida toda, por todo o companheirismo, carinho e dedicação. Sem vocês, não chegaria aonde estou e não seria metade da pessoa e profissional que sou hoje.

Às eternas mestres Daysi, Carla e Maisi, que, desde a graduação, me acompanham, ensinam e incentivam a crescer cada vez mais. Vocês são essenciais para a concretização desse sonho.

Aos alunos de iniciação científica, pela oportunidade de aprender, ensinar e nos auxiliar nas coletas, e por tornarem todo o aprendizado mais fácil e leve.

Aos amigos que o mestrado me deu de presente, Conceição, Geórgia, Gustavo e Welton, pelo apoio e companheirismo em todos os momentos, desde os mais divertidos até os mais difíceis.

Às amigas que a vida me presenteou, Inez, Cíntia e Thainã, pelo apoio, carinho e incentivo em todos os momentos dessa caminhada.

Aos voluntários que participaram deste estudo, por torná-lo possível.

À CAPES pelo incentivo dado a esta pesquisa.

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes.”
Isaac Newton

RESUMO

Introdução: A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada por limitação ao fluxo aéreo, associada a uma resposta inflamatória e a manifestações sistêmicas, como dispneia, intolerância a esforços e inatividade física. A somatória dessas alterações pode acarretar em fadiga muscular e impactar na execução de atividades de vida diária (AVD). **Objetivos:** Avaliar a associação entre fadiga muscular periférica, o desempenho de AVD e a força muscular respiratória de indivíduos com DPOC, e comparar a indivíduos saudáveis pareados por idade. **Métodos:** Foram recrutados indivíduos com diagnóstico de DPOC e voluntários saudáveis, que realizaram avaliações de fadiga muscular periférica, por eletromiografia de superfície, desempenho em AVD, pelo teste de AVD de Glittre e força muscular respiratória. **Resultados:** Foram avaliados 19 indivíduos, 9 com diagnóstico de DPOC e 10 saudáveis, que apresentaram tempo de contração isométrica de quadríceps de $71,1 \pm 26,4$ e $67,4 \pm 31,2$ segundos, respectivamente, executaram o teste de AVD em $6,9 \pm 2,9$ e $3,79 \pm 0,7$ minutos, com diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$), e apresentaram força muscular respiratória preservada. Entretanto, não foi observada correlação significativa entre as avaliações realizadas. **Conclusão:** Com base nos resultados deste estudo, é possível concluir que não há associação entre a fadiga muscular de quadríceps, o desempenho de AVD e a força muscular respiratória em indivíduos com DPOC. Na comparação entre os grupos, o grupo DPOC apresentou menor capacidade funcional e menores valores de força muscular respiratória, mas não houve diferença significativa na fadiga muscular de quadríceps.

Palavras-chave: Doença pulmonar obstrutiva crônica, fadiga muscular, atividade de vida diária, força muscular respiratória.

ABSTRACT

Introduction: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is characterized by airflow limitation, associated with an inflammatory response and systemic manifestations, such as dyspnea, stress intolerance and physical inactivity. The sum of these changes can result in muscle fatigue and impact on the performance of activities of daily living (ADL). **Objectives:** To evaluate the association between peripheral muscle fatigue, ADL performance and respiratory muscle strength in individuals with COPD, and to compare healthy individuals matched by age. **Methods:** Individuals diagnosed with COPD and healthy volunteers were recruited, who performed peripheral muscle fatigue assessments, by surface electromyography, ADL performance, by Glittre's ADL test and respiratory muscle strength. **Results:** 19 individuals were evaluated, 9 diagnosed with COPD and 10 healthy, who had a quadriceps isometric contraction time of 71.1 ± 26.4 and 67.4 ± 31.2 seconds, respectively, performed the ADL test in 6.9 ± 2.9 and 3.79 ± 0.7 minutes, with a significant difference between groups ($p < 0.05$), and had preserved respiratory muscle strength. However, there was no significant correlation between the evaluations performed. **Conclusion:** Based on the results of this study, it is possible to conclude that there is no association between quadriceps muscle fatigue, ADL performance and respiratory muscle strength in individuals with COPD. In the comparison between the groups, the COPD group showed lower functional capacity and lower values of respiratory muscle strength, but there was no significant difference in quadriceps muscle fatigue

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease, muscle fatigue, activity of daily living, respiratory muscle strength.

SUMÁRIO

1. Contextualização.....	15
2. Objetivos.....	20
3. Materiais e Métodos.....	21
4. Resultados.....	30
5. Discussão.....	35
6. Conclusões.....	38
7. Referências Bibliográficas.....	39
APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	46
APÊNDICE B: Termo de uso de imagem.....	49
ANEXO 1: Parecer Consubstanciado COEP.....	50
ANEXO 2: Escala de Borg modificada.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
AVD	Atividade de vida diária
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
cmH ₂ O	Centímetros de água
CNS	Conselho Nacional de Saúde
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CVF	Capacidade vital forçada
CVL	Capacidade vital lenta
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EMG	Eletromiografia
EVA	Escala visual analógica
FC	Frequência cardíaca
FFT	Transformada Rápida de Fourier
FMD	Frequência mediana
IMC	Índice de massa corporal
kg	quilograma
LARESP	Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória
LCADL	<i>London Chest Activity of Daily Living</i>
m	metro
MMII	Membros inferiores
MMSS	Membros superiores

PE _{máx}	Pressão expiratória máxima
PI _{máx}	Pressão inspiratória máxima
RMS	<i>Root Mean Squared</i>
SENIAM	<i>Surface Electromyography for Noninvasive Assessment of Muscles</i>
SpO ₂	Saturação de pulso de oxigênio
TC6	Teste de caminhada de seis minutos
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
T _{lim}	Limite de tolerância
UNINOVE	Universidade Nove de Julho
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ /CVF	Relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo sobre a capacidade vital forçada
VVM	Ventilação voluntária máxima

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características Gerais da amostra.....	30
Tabela 2: Comparação entre os dados de performance muscular do quadríceps.....	31
Tabela 3: Média da atividade eletromiográfica dos músculos do quadríceps.....	32
Tabela 4: Comparação entre os tempos de execução dos testes de AVD-Glittre.....	33
Tabela 5: Comparação entre os valores obtidos e porcentagem do previsto de força muscular respiratória.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma com o delineamento do estudo.....	22
Figura 2 - Demonstração do posicionamento dos eletrodos para coleta da EMG.....	25
Figura 3 - Posicionamento do voluntário durante a coleta.....	26
Figura 4 - Demonstração de um protocolo de fadiga.....	27
Figura 5 - Sinal eletromiográfico após um protocolo de fadiga.....	27
Figura 6 - Execução do teste de AVD-Glittre.....	29
Figura 7 - Comportamento da FMD ao longo do sinal eletromiográfico.....	33

1- CONTEXTUALIZAÇÃO

Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é definida como a limitação ao fluxo aéreo, conseqüente à exposição de gases tóxicos e partículas nocivas, associada a uma resposta inflamatória [1]. Caracteriza-se como uma doença comum, prevenível e tratável, porém não totalmente reversível.

Com prevalência global estimada em 11,7%, é a quarta causa de morte no mundo, mas pode se tornar a terceira causa de morte e incapacidade até 2030 [1]. Devido a sua elevada prevalência, mortalidade e morbidade, a DPOC será um dos maiores desafios de saúde no próximo século [2].

Seu principal fator de risco é o tabagismo, mas outras exposições ambientais, como à biomassa e à poluição do ar, além de fatores individuais, como anormalidades genéticas, desenvolvimento anormal do pulmão e envelhecimento acelerado, podem contribuir para o desenvolvimento da doença [1].

A inalação de fumaça de cigarro ou de outras partículas nocivas leva à inflamação pulmonar, que parece estar alterada em indivíduos que desenvolvem DPOC. Essa resposta inflamatória, a longo prazo, pode induzir a destruição do tecido parenquimatoso (enfisema pulmonar) e a interrupção dos mecanismos normais de reparo e defesa (fibrose de pequenas vias aéreas) [3].

A extensão da inflamação, fibrose e exsudatos luminiais nas pequenas vias aéreas correlaciona-se com alterações na função pulmonar, como redução do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), da relação do volume expiratório forçado com a capacidade vital forçada (VEF_1/CVF) e, provavelmente, com o declínio acelerado do VEF_1 , característicos da DPOC [3].

Tal limitação das vias aéreas periféricas bloqueia progressivamente o gás durante a expiração, resultando em hiperinsuflação estática, que reduz a capacidade inspiratória, ou dinâmica, observada durante o exercício físico, proporcionando uma desvantagem mecânica, principalmente do músculo

diafragma, que apresenta rebaixamento anormal, a menor excursão durante a inspiração [4] e, conseqüente redução na capacidade respiratória [5].

Essa desvantagem mecânica do músculo diafragma, associada à perda de massa muscular, reduz o movimento diafragmático e contribui para o aumento da dispneia, a intolerância ao exercício físico e fraqueza muscular respiratória [6].

Como a DPOC é uma doença inflamatória sistêmica, as manifestações extrapulmonares contribuem também para a gravidade da doença [7]. A disfunção muscular esquelética é uma aparente manifestação nos estágios iniciais [8] e envolve fraqueza muscular dos membros superiores e inferiores, atrofia muscular, redução da capacidade oxidativa muscular, prevalência de fibras do tipo II, redução da densidade capilar e enzimas aeróbicas [9,10,11]. Alguns estudos evidenciaram que indivíduos com DPOC apresentam, além de fraqueza, fadiga muscular de membros inferiores, principalmente de quadríceps, associada diretamente à gravidade da doença [12,13,14].

Todos esses fatores associados levam à diminuição crescente do nível de atividade física diária, redução da capacidade de realizar exercícios físicos, limitação da tolerância ao exercício, e piora da qualidade de vida, iniciando um círculo vicioso crescente, que pode evoluir para debilidade e imobilidade generalizada [11,15].

Avaliações e suas implicações

Dentre as avaliações realizadas para a identificação de alterações pulmonares e sistêmicas na DPOC estão: espirometria, avaliação da força muscular respiratória e da fadiga muscular periférica e desempenho em AVD. Estes recursos permitem não apenas identificar a condição clínica do paciente, como também apontar o prognóstico da doença e direcionar os tratamentos farmacológico e não farmacológico.

Comprometimento funcional e avaliação de atividades de vida diária

Outras manifestações sistêmicas decorrentes da DPOC são o comprometimento funcional e as limitações nas atividades de vida diária (AVD) [16]. Estudos têm demonstrado que simples atividades, como se vestir, lavar a louça e caminhar são suficientes para aumentar a demanda ventilatória e induzir hiperinsuflação dinâmica nos pacientes com DPOC [17,18,19], enfatizando a importância de buscar estratégias para melhorar o desempenho funcional nesses pacientes [20].

Dentre os recursos de avaliação das AVD já está bem elucidado na literatura a aplicação de questionários e escalas [21,22], como a escala LCADL (*London Chest Activity of Daily Living*) [23,24] e a *Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire* [25], ambos validados para a língua portuguesa. Essas ferramentas, embora sejam acessíveis e de fácil aplicação, são consideradas subjetivas e apresentam menor acurácia [22] do que testes de campo, por exemplo.

Dentre os instrumentos de avaliação de AVD com maior acurácia e menor subjetividade temos os sensores de movimento, que identificam os movimentos corporais e quantificam o nível de atividade física de maneira direta [22]; e os testes de campo, sendo o mais utilizado o teste de caminhada de seis minutos (TC6). Entretanto trata-se de um teste no qual é avaliado apenas o deslocamento horizontal no plano, o que limita a avaliação de outras atividades realizadas no cotidiano [26,27]. O teste de AVD-Glittre, por sua vez, foi desenvolvido e validado com o objetivo de avaliar as atividades cotidianas, especialmente na população com DPOC, que apresenta maior limitação para a execução de tarefas simples do dia-a-dia, e este pode ser considerado mais completo na avaliação da sua capacidade funcional quando comparado aos testes de campo [28,29].

Força muscular respiratória e instrumentos de avaliação

Na literatura já está bem elucidado que indivíduos com DPOC apresentam fraqueza muscular respiratória, sendo maior na musculatura inspiratória, de acordo com Hamilton et al. em 1995 [30]. Isto ocorre porque a musculatura inspiratória é recrutada tanto em situações de esforço quanto ao repouso,

enquanto a musculatura expiratória é ativada apenas em situações de esforço, uma vez que a expiração em condições de repouso ocorre de maneira passiva [31].

Dentre os instrumentos de avaliação da força muscular respiratória encontram-se as medidas de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}), descritas inicialmente por Black e Hyatt, 1969 [32], com valores de referência estabelecidos para a população brasileira por Neder, et al, 1999 [33]; Costa et al em 2010 [34], dentre outros.

Fadiga muscular periférica e instrumentos de avaliação

Fadiga muscular é definida como a redução da capacidade do músculo gerar força, conseqüente ao comprometimento de um ou mais pontos em manter a contração de determinada musculatura. Associado ao conceito de fadiga, e no sentido oposto, está o termo *endurance*, que se refere à habilidade do músculo realizar atividades repetidas e resistir à fadiga [35].

As alterações musculoesqueléticas decorrentes da DPOC podem levar à perda de massa muscular e conseqüente fadiga. Estudos sugerem que indivíduos com DPOC apresentam tendência a fadiga muscular, especialmente de quadríceps femoral, quando comparados a sujeitos saudáveis [13,14].

Dentre os instrumentos de avaliação da fadiga muscular periférica destacam-se [36]: eletromiografia de superfície (tanto em exercícios de contração isométrica [14,37] quanto exercícios dinâmicos [38,39,40]), dinamometria [41], espectroscopia [42], contração voluntária máxima, e aplicação de escalas, como a escala visual analógica (EVA) e a escala de Borg [43].

Justificativa

No contexto que abrange indivíduos com DPOC, já está bem elucidado na literatura a redução da capacidade funcional, explicada por fraqueza muscular respiratória e periférica, e por maior fadiga muscular, especialmente de membros inferiores [12,13,14]. A somatória dessas alterações sistêmicas pode influenciar negativamente na qualidade de vida dessa população.

Entretanto, não está bem estabelecido se há uma associação entre a fadiga muscular periférica, especialmente de quadríceps, o desempenho eficaz nas AVD e a força muscular respiratória nessa população.

2- OBJETIVOS

Objetivo Geral

Verificar se há associação entre o desempenho em teste de AVD e a fadiga muscular de quadríceps em indivíduos com DPOC e comparar a indivíduos saudáveis pareados por idade.

Objetivos Específicos

Avaliar e comparar, entre indivíduos com DPOC e saudáveis pareados por idade, a existência de associações entre:

- Fadiga muscular de quadríceps e força muscular respiratória.
- Força muscular respiratória e desempenho em teste de AVD.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do Estudo e Casuística

Trata-se de um estudo transversal realizado no Laboratório de Avaliação Funcional Pulmonar (LARESP) da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), com participantes com diagnóstico clínico de DPOC, recrutados dos ambulatórios de Fisioterapia Cardiorrespiratória da UNINOVE e através de divulgação do trabalho por diferentes veículos de comunicação.

Composição da Amostra

O cálculo amostral foi feito com base em um estudo transversal [13], utilizando o coeficiente de correlação para fadiga muscular de vasto medial, avaliada pela EMG, correlacionado a distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos, com magnitude do efeito $r = 0.77$, com $\alpha = 0,05$ bicaudal e poder da amostra de 80%, determinando uma amostra de 20 indivíduos, sendo 10 para cada grupo.

Critérios de inclusão

Indivíduos de ambos os sexos, com idade superior a 60 anos, e com diagnóstico clínico de DPOC, confirmado pela espirometria, classificado segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* [1] em moderado a muito grave, estáveis clinicamente, e que aceitaram participar da pesquisa, dando consentimento através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). Os indivíduos saudáveis foram oriundos da mesma cidade de São Paulo, a convite pessoal, também com idade superior a 60 anos.

Critérios de exclusão

Foram considerados critérios de exclusão para ambos os grupos: comorbidades graves, como condições cardiovasculares, ortopédicas, neuromusculares ou cognitivas que comprometessem o desempenho nos testes; não aceitar participar do protocolo da pesquisa e/ou recusa em assinar o TCLE.

Aspectos Éticos

Todos os participantes do estudo foram orientados e esclarecidos quanto aos procedimentos da pesquisa, direitos e deveres, riscos e benefícios e assinaram o TCLE, de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição. O presente estudo teve aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Nove de Julho, sob o parecer número 4.308.091 (ANEXO - 1).

Delineamento do Estudo

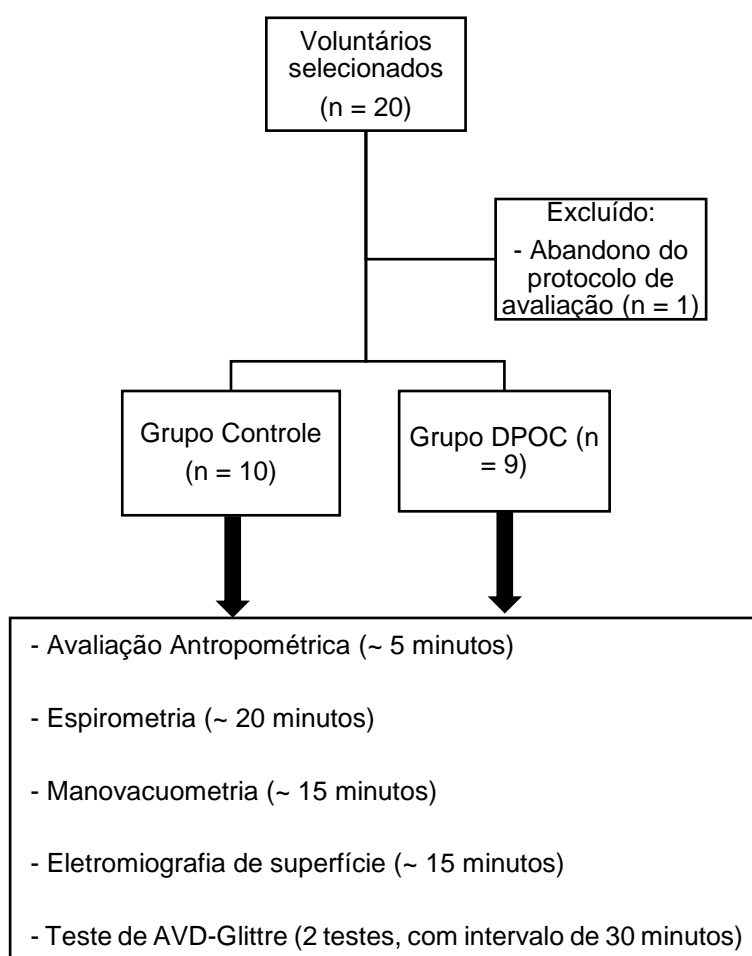


Figura 1- Fluxograma com o delineamento do estudo

Procedimento Experimental

Avaliação Antropométrica

Os participantes foram mensurados quanto a estatura, por meio de fita métrica (Wiso®), e massa corporal, por meio de balança digital (FILIZOLA®) em posição ortostática.

Prova de Função Pulmonar

A Prova de Função Pulmonar ou Espirometria foi realizada com um espirômetro portátil (Easy One®, Ndd, Zurique, Suíça), em ambiente climatizado com temperatura controlada (entre 22 a 24° C). Os participantes foram orientados a permanecerem sentados, com a coluna apoiada na cadeira, o nariz ocluído por um clipe nasal e receberam orientações verbais para realizar as manobras de Capacidade Vital Lenta (CVL); Capacidade Vital Forçada (CVF), que forneceram os seguintes dados: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF₁) e as relações VEF₁/CVF; e Ventilação Voluntária Máxima, segundo normas e critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade da *American Thoracic Society/European Respiratory Society* [45]. Todos os valores obtidos foram comparados aos previstos segundo Pereira, Rodrigues e Sato [46]. Este teste teve como objetivo principal a classificação dos níveis de DPOC do participante, já com diagnóstico clínico prévio.

Avaliação da Força Muscular Respiratória

A avaliação estática da força muscular respiratória foi realizada através das medidas de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}), de acordo com Black e Hyatt (1969) [32], para a qual foi utilizado um manovacuômetro (GerAr®, São Paulo, Brasil) escalonado em cmH₂O (\pm 300 cmH₂O) e equipado com um adaptador de bocais, com orifício de dois milímetros de diâmetro para aliviar a pressão intra-oral. Em posição sentada e com o uso do clipe nasal, os indivíduos foram orientados a realizar uma inspiração máxima partindo do volume residual para a medida da PI_{máx} e uma expiração máxima após a capacidade pulmonar total para a PE_{máx}.

Foram realizadas no mínimo três medidas aceitáveis (com diferença de \leq 10% entre as duas maiores, e computada a maior delas), com sustentação de

pelo menos um segundo, e descanso de um minuto entre elas. Os valores obtidos foram comparados aos previstos segundo Neder et al (1999) [33].

Avaliação da Fadiga Muscular periférica

A avaliação da fadiga muscular periférica foi realizada com auxílio da Eletromiografia (EMG) de superfície, sendo que o sinal eletromiográfico foi captado por meio de um sistema de aquisição de sinais biológicos, com 8 canais (*EMG System do Brasil Ltda*[®]), composto por eletrodos ativos bipolares com ganho de amplificação de 20 vezes, filtro analógico passa banda de 20 a 500 Hz e modo comum de rejeição de 120 dB, sendo que, um dos canais habilitados para a utilização do transdutor de força (*EMG System do Brasil Ltda*[®]). Os sinais da EMG foram amostrados com frequência de 2000 Hz, digitalizados por placa de conversão A/D (analógico-digital) com 16 bits de resolução.

Os sinais foram coletados com eletrodos auto adesivos circulares de cloreto de prata (Ag/AgCl). Os locais de fixação dos eletrodos foram tricotomizados e limpos com álcool, e esses eram posicionados nos pontos motores dos respectivos músculos, de acordo com a orientação e padronização da *Surface Electromyography for Noninvasive Assessment of Muscles (SENIAM)* [47].

Os eletrodos foram posicionados da seguinte forma: músculo reto femoral, no ponto médio da linha entre a espinha íliaca anterossuperior e a borda da base da patela; músculo vasto lateral, a partir de uma linha de demarcação entre a espinha íliaca anterossuperior à borda lateral da patela, a 2/3 da espinha íliaca e, músculo vasto medial, no quinto inferior da distância entre a espinha íliaca anterossuperior e o espaço articular medial do joelho [47], conforme demonstrado na figura 2. O eletrodo de referência era fixado na cabeça da fíbula, ipsilateral ao membro a ser analisado.



Figura 2 - Demonstração do posicionamento dos eletrodos para coleta da EMG. Fonte: arquivo pessoal.

Para a coleta, os pacientes foram previamente orientados a permanecer sentados em flexão de joelho com o tornozelo apoiado em um braço do equipamento. Uma vez posicionado, eram orientados a realizar a extensão de joelho a 60° [14] contra a cadeira extensora (NakaGym) em contração isométrica voluntária máxima (CIVM). A força gerada durante esta contração estática foi obtida por uma célula de carga, adaptada ao braço da cadeira extensora, fornecido em quilogramas (Kg). Este procedimento era realizado 3 vezes com o tempo de coleta de 5 segundos e intervalo de 1 minuto entre as medidas. Durante as coletas os pacientes eram incentivados verbalmente a realizar contrações máximas. O maior valor, em Kg, coletado foi considerado como 100% da CIVM [48].



Figura 3 - Posicionamento do voluntário durante a coleta.
Fonte: arquivo pessoal.

Após 5 minutos de descanso, o paciente era familiarizados com o protocolo de avaliação de fadiga, no qual eram orientados a realizar uma contração sustentada até a exaustão (Tlim: limite de tolerância), com feedback visual fornecido por uma linha de treinamento previamente estabelecida com 60% da CIVM ^[49], conforme demonstram as figuras 4 e 5. Após 5 minutos de descanso era feita uma nova coleta, sendo esta considerada como o protocolo de fadiga.

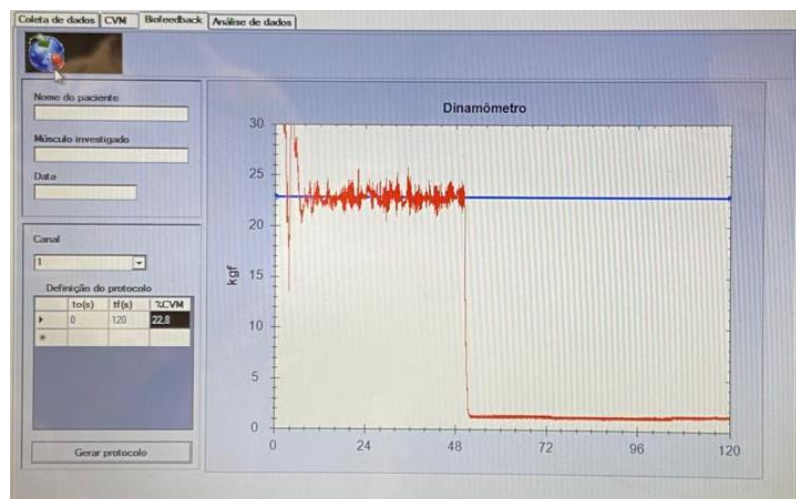


Figura 4 - Demonstração de um protocolo de fadiga. A linha azul representa o feedback visual, de 60% da CIVM; a linha vermelha representa o registro da célula de carga. Fonte: arquivo pessoal.

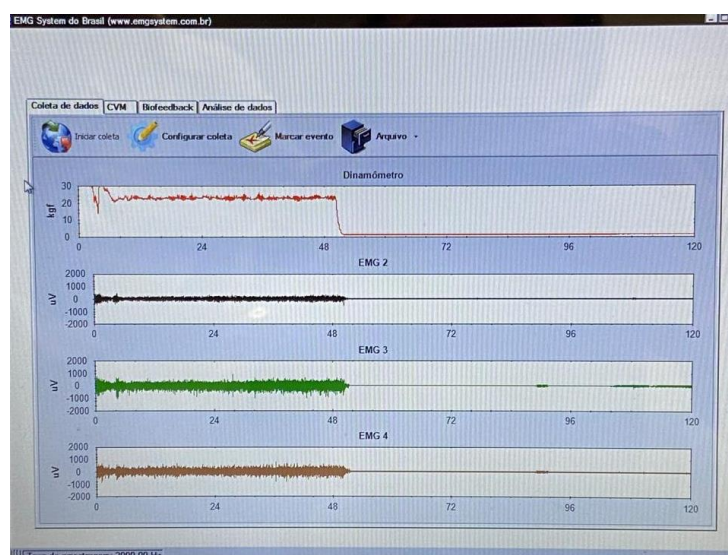


Figura 5 – Sinal eletromiográfico após um protocolo de fadiga. Em vermelho está o registro da célula de carga; em preto a atividade do músculo reto femoral; em verde a atividade do músculo vasto lateral; e em marrom a atividade do músculo vasto medial. Fonte: arquivo pessoal.

- **Processamento do sinal eletromiográfico**

Os sinais EMG coletados com 60% da CIVM foram avaliados pelo tempo de resistência isométrica considerando dois momentos: até iniciar uma variação acima de 10% da força de contração, e até o limite de tolerância da resistência. Em cada sinal previamente selecionado, foi determinado uma linha de base com

incremento de 25% até atingir os 100% do total do tempo do sinal ^[50]. Para cada momento (linha de base – 100%) foi calculada a frequência mediana (FMD) do sinal, por meio da Transformada Rápida de Fourier (FFT) com janelamento de Hamming com 50% de sobreposição, janelas com 1024 pontos. A amplitude foi verificada através do RMS (*Root Mean Squared*).

Os Sinais EMG foram processados em rotinas específicas desenvolvidas por meio do programa Matlab, versão 7.1 (The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, EUA).

Teste de AVD de Glittre

Para a realização deste teste, os participantes iniciavam sentados em uma cadeira, carregando uma mochila nas costas, contendo 2,5 Kg para mulheres e 5 Kg para homens, eram instruídos a se levantarem e andarem por um corredor de 10 metros, passando por uma escada, posicionada na metade do trajeto, até chegar a uma estante, na extremidade oposta do corredor, com prateleiras posicionadas na altura da cintura escapular e da cintura pélvica. Os participantes deveriam mover três pesos, de 1 Kg cada, a partir da prateleira superior para a prateleira mais baixa e, depois, para o chão. A seguir, realizavam a sequência inversa, de modo que cada peso fosse levado às prateleiras superiores (figura 6). Então, os indivíduos retornavam até a cadeira e reiniciavam o percurso. O teste terminava quando o indivíduo completasse cinco percursos. Os participantes eram instruídos a realizarem o teste o mais rápido possível, mas sem incentivo verbal durante o mesmo ^[28].

O tempo de execução do teste era cronometrado, do seu início até o participante sentar-se após a última repetição do percurso. Durante todo o teste foram monitorados frequência cardíaca (FC), por meio de um cardiofrequencímetro (Polar®), e saturação periférica de oxigênio (SpO₂), por meio de um oxímetro de pulso (NONIN®). Ao final de cada volta eram questionados quanto a sensação de dispneia, fadiga de membros superiores (MMSS) e de membros inferiores (MMII) através da escala de Borg modificada (ANEXO 2). Foram realizados dois testes, com intervalo de 30 minutos entre o primeiro e o segundo, de modo que houvesse efeito aprendido.

Caso o participante apresentasse SpO₂ inferior a 85%, era ofertado O₂ por meio de cateter nasal, visando manter SpO₂ superior a 90%. O teste deveria ser interrompido se os participantes relatassem pontuação na escala de Borg superior a 6, sinais de baixo débito, dor torácica, vertigem, ou se, mesmo após suplementação de O₂, a SpO₂ se mantivesse baixa.



Figura 6 - Execução do teste de AVD-Glittre. Fonte: arquivo pessoal.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados foram expressos em média e desvio padrão. Para comparações intragrupos e intergrupos foram utilizados o teste *t* pareado e teste *t* para amostras independentes, respectivamente. A análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para verificar as interações entre os dados eletromiográficos, com ajuste de Bonferroni e teste *post-hoc* de Bonferroni. Para as análises de correlação foi realizado o teste de correlação de *Pearson*. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. Todas as análises foram realizadas pelo pacote SPSS 20.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp)

4- RESULTADOS

Foram recrutados para o estudo 20 voluntários, separados em dois grupos sendo o Grupo Controle constituído por 10 indivíduos saudáveis (5 mulheres e 5 homens) e o Grupo DPOC constituído por 10 indivíduos com diagnóstico clínico da doença, sendo que 1 foi excluído por não ter finalizado o protocolo de avaliação, ficando, portanto, este grupo, constituído por 9 pacientes (2 mulheres e 7 homens)

Todos os resultados obtidos da amostra estudada foram submetidos às análises estatísticas e se encontram apresentados a seguir, em tabelas de média e desvio padrão, bem como em percentual do previsto, quando for o caso.

Na tabela 1 constam as características gerais da amostra, dados antropométricos e espirométricos dos grupos avaliados; seguindo-se, nas demais tabelas, como resultados da EMG, teste de AVD-Glittre e da Força Muscular Respiratória, tanto dos pacientes com DPOC, quanto dos indivíduos saudáveis.

Tabela 1: Características Gerais da amostra

VARIÁVEIS	Grupo Controle (n = 10)	Grupo DPOC (n = 9)	P
Idade (anos)	62,8 ± 5,7	66,5 ± 6,4	0,20
Sexo, (masculino/feminino)	5/5	7/2	-
Altura (m)	1,65 ± 0,1	1,65 ± 0,08	0,83
Peso (kg)	75,8 ± 17,2	64,5 ± 11,3	0,10
VEF ₁ (L)	2,52 ± 0,7	1,58 ± 0,5	0,007 *
VEF ₁ (% previsto)	89 ± 17,5	56,5 ± 23,4	0,004 *
CVF (L)	3,1 ± 0,8	2,9 ± 0,9	0,55
CVF (% previsto)	89,2 ± 15,4	78,4 ± 18,3	0,18
VEF ₁ /CVF (L)	78,6 ± 3,2	56,3 ± 18,3	0,007 *
VEF ₁ /CVF (% previsto)	99,6 ± 4,9	71,6 ± 22,7	0,006 *
VVM (L)	102,7 ± 19,6	51,2 ± 21,7	0,000 *
VVM (% previsto)	91 ± 14,5	48,6 ± 26	0,001 *

VEF₁: Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: Capacidade vital forçada; IMC: Índice de massa corpórea; VVM: Ventilação voluntária máxima. * p≤0,05 na comparação intergrupos.

Como pode ser observado, pelos dados da tabela 1, houve homogeneidade da amostra, entre os grupos, exceto, como já era esperado, no

que se refere aos valores espirométricos, O grupo DPOC apresentou valores significativamente menores que os indivíduos saudáveis, caracterizando-os com obstrução das vias aéreas. Cabe esclarecer que de acordo com a GOLD 2020, estes oscilaram entre obstrução leve a moderada.

Resultados eletromiográficos do músculo quadríceps

Na tabela 2, a seguir, estão apresentados os dados de performance muscular do quadríceps, representados pela média dos valores de CIVM, 60% da CIVM (a partir do qual se estabelecia o protocolo de fadiga) e Tlim.

Tabela 2: Comparação entre os dados de performance muscular do quadríceps

	Grupo Controle	Grupo DPOC	P
CIVM (kg)	21,6 ± 9,6	14,7 ± 4,1	0,06
60% CIVM (kg)	13 ± 5,7	8,8 ± 2,4	0,06
Tlim (segundos)	67,4 ± 31,2	71,1 ± 26,4	0,78

CIVM: Contração isométrica voluntária máxima; Tlim: limite de tolerância.

Como é possível observar na tabela 2, não houve diferença significativa entre os grupos, tanto na CIVM, quanto em seu percentual, quanto no TLIM.

Na tabela 3 e na figura 7, a seguir, estão apresentados os dados de FMD do músculo quadríceps, de ambos os grupos, avaliados pela EMG, como média dos valores encontrados nos músculos: reto femoral, vasto medial e vasto lateral.

Tabela 3: Média da atividade eletromiográfica dos músculos do quadríceps

	Basal	25%	50%	75%	100%	p
FMD Grupo Controle (µV)	78,27±2,86	75,68±3,12	73,28±3,41*	71,27±3,63*	68,15±4,04*	0,02
FMD Grupo DPOC (µV)	83,69±3,17	82,68±3,25	80,74±3,51*	79,44±3,63*	77,90±3,29*	<0,001

* $p \leq 0,05$ em relação ao Basal.

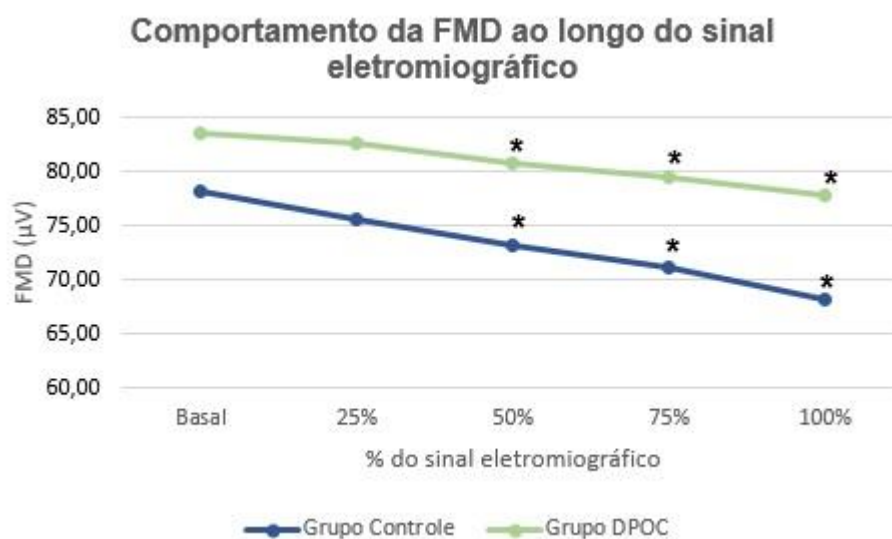


Figura 7 – Comportamento da FMD ao longo do sinal eletromiográfico. * $p \leq 0,05$ em relação ao Basal.

Como pode ser observado pelos dados da tabela 3 e pela representação gráfica da figura 7, os participantes apresentaram fadiga muscular ao final do teste (100%), uma vez que houve redução significativa dos valores de FMD. Na comparação intergrupos não foi observada diferença significativa em nenhuma das etapas ou fases das contrações.

Testes de AVD de Glittre

Nos dados da tabela 4, a seguir, constam os tempos de execução dos testes 1 e 2 de Glittre, acompanhado dos resultados estatísticos na comparação entre os grupos avaliados e entre os dois testes.

Tabela 4: Comparação entre os tempos de execução dos testes de AVD-Glittre

VARIÁVEIS	Grupo Controle	Grupo DPOC	P
Glittre 1 (minutos)	4,18 ± 0,5	7,6 ± 2,7	0,005*
Glittre 2 (minutos)	3,79 ± 0,7 [#]	6,9 ± 2,9 [#]	0,01*

* $p \leq 0,05$ na comparação intergrupos; [#] $p \leq 0,05$ na comparação intragrupos.

Como pode ser observado nos dados da tabela 4, houve diferença significativa entre o tempo de execução do primeiro e, como era o esperado, os pacientes com DPOC apresentaram tempo significativamente maiores que os indivíduos saudáveis.

Resultados da Força Muscular Respiratória

Na tabela 5 estão apresentados os valores obtidos e a porcentagem do previsto para as medidas de força muscular respiratória de ambos os grupos, separados por gênero.

Tabela 5: Comparação entre os valores obtidos e porcentagem do previsto de força muscular respiratória

	Grupo Controle		Grupo DPOC	
	♀ (n = 5)	♂ (n = 5)	♀ (n = 2)	♂ (n = 7)
PI_{máx} obtida (cmH₂O)	92 ± 10 #	110 ± 23 **	70 ± 42	67 ± 29 *
PI_{máx} (% previsto)	115 ± 12 #	104 ± 19 **	88 ± 53	66 ± 28 *
PE_{máx} obtida (cmH₂O)	83 ± 31 #	150 ± 48 **	92 ± 38	90 ± 33 *
PE máx (% previsto)	107 ± 41 #	130 ± 39 **	119 ± 50	81 ± 28 *

PI_{máx}: Pressão inspiratória máxima; PE_{máx}: Pressão expiratória máxima. * p≤0,05 na comparação intergrupos; # p≤0,05 na comparação intragrupos.

Como pode ser observado pelos dados da tabela 5, houve diferença significativa nos valores obtidos e porcentagem de PI_{máx} e PE_{máx} entre homens de ambos os grupos. Houve, ainda, diferença significativa nos valores obtidos e porcentagem de PI_{máx} e PE_{máx} entre homens e mulheres no grupo controle.

Correlações

Nas análises de correlação entre os dados de fadiga muscular de quadríceps e desempenho no teste de AVD-Glittre; fadiga muscular de quadríceps e força muscular respiratória; desempenho no teste de AVD-Glittre e força muscular respiratória não foram encontradas correlações significativas.

5 DISCUSSÃO

Nossos resultados não demonstraram diferença entre a performance muscular e os dados eletromiográficos dos grupos, embora em ambos tenha ocorrido redução significativa nos valores de FMD, sugerindo fadiga muscular periférica. A redução desta variável durante a contração sugere redução do potencial de ação e conseqüente redução do disparo das unidades motoras, indicando, assim, a incapacidade de manter a contração voluntária [51].

O estudo de Serres et al. (1998) corrobora, em parte, com os nossos achados, uma vez que o mesmo não encontrou diferenças entre a performance muscular por meio da análise da CIVM, porém identificou diferença significativa no tempo de sustentação da avaliação de fadiga entre os grupos controle e DPOC. Cabe salientar que naquele estudo verificou-se a fadiga muscular por meio de avaliação dinâmica da extensão de joelho, ao contrário do protocolo do nosso estudo, no qual utilizamos a contração isométrica [52].

Nossos resultados demonstraram ainda que não houve diferença significativa entre o Tlim da contração isométrica, embora o grupo DPOC tenha apresentado uma tendência a sustentar a contração por um período de tempo mais prolongado. De acordo com Gea et al. (2015), indivíduos com DPOC apresentam aumento na proporção das fibras do tipo II nos músculos de membros inferiores, que pode estar associado à perda de massa corporal, e secundariamente apresentam menor resistência muscular periférica do que indivíduos saudáveis [53].

Ainda no contexto muscular, não foram observadas correlações entre os valores de força muscular respiratória e a resistência muscular periférica, em ambos os grupos. Embora o grupo DPOC tenha apresentado menores valores de força muscular respiratória quando comparado ao grupo controle, não apresentam fraqueza dessa musculatura. De acordo com Gea et al. (2015), ao estudarem músculos estriados esqueléticos, como o diafragma e o quadríceps femoral, esses músculos são sensíveis a modificações, de modo que a força muscular respiratória pode se encontrar normal ou reduzida em indivíduos com DPOC em relação a sujeitos saudáveis, a depender da evolução natural da doença e de seus mecanismos compensatórios [53].

Embora a fadiga muscular periférica esteja diretamente relacionada ao desempenho de AVD e ao condicionamento cardiorrespiratório, não detectamos correlação entre a fadiga muscular periférica e o desempenho no teste de AVD-Glittre, tanto nos pacientes com DPOC, quanto nos indivíduos saudáveis.

Boccia et al. (2015) ^[13], encontraram forte correlação entre a velocidade de condução do estímulo elétrico nos músculos vasto lateral e vasto medial e a capacidade funcional de indivíduos com DPOC, avaliada pelo TC6. Uma possível explicação para a divergência entre tais resultados e nossos achados, talvez seja o fato deste ter sido realizado com indivíduos com diferentes graus de obstrução, inclusive grave e muito grave, além do fato de se tratar de testes diferentes.

Nyberg, Tornberg e Wadell (2016) ^[54], afirmaram que a resistência de quadríceps está mais relacionada à distância percorrida no TC6 do que a força muscular periférica. Já Lopes et al (2018) ^[55] constataram que a resistência muscular de quadríceps teve maior capacidade preditiva do que a força muscular para o teste de exercício cardiopulmonar. McNamara et al (2018) ^[56] mostraram maior relação da resistência de quadríceps (representada pelo trabalho total em joules) tanto com a distância percorrida no TC6 quanto com o pico do consumo de oxigênio (VO_2 pico) no teste ergoespirométrico.

Géphine et al. (2018) ^[57], por sua vez, encontraram relações tanto em medidas dinâmicas quanto isométricas de quadríceps com testes de capacidade funcional, como o TC6, o teste de sentar e levantar de um minuto, o Glittre-ADL test e o SPPB test. Bui et al. (2018) ^[58] também encontraram relações entre as avaliações dinâmicas e isométricas de quadríceps e o teste SPPB. Ao considerarmos que os testes citados anteriormente são dinâmicos, e, portanto, requerem variações de movimentos e o recrutamento de diversas musculaturas, esses achados parecem ser razoáveis, e podem justificar os resultados do presente estudo.

Quanto ao tempo de execução do teste de AVD-Glittre entre os grupos, assim como observado no estudo de Corrêa et al. (2011) ^[29], os indivíduos do grupo DPOC executaram o teste em tempo maior que os indivíduos saudáveis, sugerindo pior capacidade funcional.

E na comparação do tempo de execução entre o primeiro e segundo testes, nossos resultados corroboram os achados do estudo de Skumlien et al. (2006) ^[29], no qual foi realizada a validação do teste de AVD-Glittre, e identificaram redução no tempo de execução dos testes em indivíduos com DPOC, assim como no estudo de Reis et al (2015) ^[59] em indivíduos saudáveis, sugerindo que a realização de um segundo teste promove um efeito aprendido, com diminuição no tempo de execução das tarefas.

6- CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, com a ressalva da baixa quantidade amostral, é possível concluir que o desempenho em teste de AVD não está associado à fadiga muscular periférica, vista pela eletromiografia de superfície do músculo quadríceps e nem à força muscular inspiratória, em indivíduos com diagnóstico de DPOC, da população estudada.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOLD – Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease. Pocket guide to COPD diagnosis, management, and prevention – A Guide for Health Care Professionals (2020 Report).
2. López-Campos JL, Tan W, Soriano JB. Global burden of COPD. *Respirology*. 2016;21(1):14–23.
3. Hogg JC, Chu F, Utokaparch S, Woods R, Elliot WM, Buzatu L, et al. The nature of small-airway obstruction in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 2004; 350(26):2645-53.
4. Rocha FR, Bruggemann AK, Francisco DS, Medeiros CA, Rosal D, Paulin E. Diaphragmatic mobility: Relationship with lung function, respiratory muscle strength, dyspnea, and physical activity in daily life in patients with COPD. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 2017;43(1):32–37.
5. Santana PV, Prina E, Albuquerque ALP, Carvalho CRR, Caruso P. Identifying decreased diaphragmatic mobility and diaphragm thickening in interstitial lung disease: The utility of ultrasound imaging. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 2016;42(2):88–94.
6. Barreiro E, Gea J. Respiratory and limb muscle dysfunction in COPD. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2015;12(4):413–426.
7. Westra B, Wolf S, De Vaate EB, Legemaat M, Nyberg A, Klijn P. Quality of resistance training description in COPD trials: study protocol for a systematic review. *BMJ*. 2019;9(1):1-6.
8. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187(4):347-65

9. Casaburi R. Skeletal muscle function in COPD. *Chest* 2000;117(5 Suppl 1): 267S–71.
10. Patel MS, Mohan D, Andersson YM, Baz M, Kon SCS, Canavan JL, et al. Phenotypic characteristics associated with reduced short physical performance battery score in COPD. *Chest* 2014;145(5):1016–24.
11. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Res.* 2001;2(4):216-24.
12. Ju C, Chen R. Factors Associated with Impairment of Quadriceps Muscle Function in Chinese Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *PLoS ONE.* 2014;9(2): e84167
13. Boccia G, Dardanello D, Rinaldo N, Coratella G, Schena F, Rainoldi A. Electromyographic manifestations of fatigue correlate with pulmonary function, 6-minute Walk test, and time to exhaustion in COPD. *Respir Care,* 2015;60(9):1295-1302
14. Allaire J, Maltais F, Doyon JF, Noël M, LeBlanc P, Carrier G, et al. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD. *Thorax* 2004;59(8):673–678.
15. Wouters EF. Chronic obstructive pulmonary disease: systemic effects of COPD. *Thorax.* 2002;57(12):1067-70.
16. Ozsoy I, Ozcan Kahraman B, Acar S, Ozalevli S, Akkoclu A, Savci S. Factors influencing activities of daily living in subjects with COPD. *Respir Care.* 2019;64(2):189-195.
17. Hannink JD, Helvoort HA, Dekhuijzen PN, Heijdra YF. Dynamic hyperinflation during daily activities: does COPD global initiative for chronic obstructive lung disease stage matter? *Chest* 2010;137(5):1116-21.
18. Vaes AW, Wouters EFM, Franssen FME, Uszko-Lencer NHMK, Stakenborg KHP, Westra M, et al. Task-related oxygen uptake during domestic activities

of daily life in patients with COPD and healthy elderly subjects. *Chest* 2011;140(4):970-9.

19. Helvoort HA, Willems LM, Dekhuijzen PR, Hees HWH, Heijdra YF. Respiratory constraints during activities in daily life and the impact on health status in patients with early-stage COPD: a cross-sectional study. *NPJ Prim Care Respir Med*. 2016;26: 16054.
20. Vaes AW, Delbressine JML, Mesquita R, Goertz YMJ, Janssen DJA, Nakken N, et al. Impact of pulmonary rehabilitation on activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol*. 2019;126(3):607-615.
21. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173(12):1390-413.
22. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Quantifying physical activity in daily life with questionnaires and motion sensors in COPD. *Eur Respir J*. 2006;27(5):1040-55.
23. Carpes MF, Mayer AF, Simon KM, Jardim JR, Garrod R. Versão brasileira da escala *London Chest Activity of Daily Living* para uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2008;34(3):143-51.
24. Pitta F, Probst VS, Kovelis D, Segretti NO, Leoni AMT, Garrod R, et al. Validation of the Portuguese version of the London Chest Activity of Daily Living Scale (LCADL) in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Rev Port Pneumol*. 2008;14(1):27-47.
25. 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.

26. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(9):972-7.
27. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
28. Skumlien S, Hagelund T, Bjørtuft O, Rigg MS. A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respir Med*. 2006;100(2):316-23.
29. Corrêa KS, Karloh M, Martins LQ, Santos K, Mayer AF. O teste de AVD-Glittre é capaz de diferenciar a capacidade funcional de indivíduos com DPOC da de saudáveis? *Rev. bras. fisioter*. 2011;15(6):467-73.
30. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(6 Pt 1):2021–31.
31. West JB. *Fisiologia Respiratória: princípios básicos*. 9ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2013.
32. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702.
33. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27
34. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MI. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol*. 2010;36(3):306-12.
35. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol*. 2008;586(1):11-23.

36. Evans RA, Kaplovitch E, Beauchamp MK, Dolmage TE, Goldstein RS, Gillies CL, et al. Is quadriceps endurance reduced in COPD? A Systematic Review. *Chest*. 2015;147(3):673-684.
37. Zattara-Hartmann MC, Badier M, Guillot C, Tomei C, Jammes Y. Maximal force and endurance to fatigue of respiratory and skeletal muscles in chronic hypoxemic patients: the effects of oxygen breathing. *Muscle Nerve*. 1995;18(5):495-502 .
38. Coronell C , Orozco-Levi M , Méndez R , Ramírez-Sarmiento A , Gáldiz JB , Gea J. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2004;24(1):129-136.
39. Orozco-Levi M, Coronell C, Ramírez-Sarmiento A, Lloreta J, Martínez-Llorens J, Galdiz JB, et al. Injury of peripheral muscles in smokers with chronic obstructive pulmonary disease. *Ultrastruct Pathol*. 2012;36(4):228-238.
40. Hul A, Harlaar J, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Quadriceps muscle endurance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Muscle Nerve*. 2004;29(2):267-274.
41. Borghi-Silva A, Di Thommazo L, Pantoni CB, Mendes RG, Salvini TF, Costa D. Non-invasive ventilation improves peripheral oxygen saturation and reduces fatigability of quadriceps in patients with COPD. *Respirology*. 2009;14(4):537-544.
42. Vilaro J, Rabinovich R, Gonzalez-deSuso JM, Troosters T, Rodríguez D, Barberà JA, et al. Clinical assessment of peripheral muscle function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Phys Med Rehabil*. 2009;88(1):39-46.
43. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health*. 1990;16(suppl 1):55-8.

44. Karloh M, Karsten M, Pissaia FV, Araujo CLP, Mayer AF. Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Med.* 2014;46(1):88-94
45. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38.
46. Pereira CAC, Rodrigues SC, Sato T. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumologia* 2007;33(4):397-406.
47. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):361-374.
48. Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. *Journal of Electromyography & Kinesiology.* 2005;15(1):102-110.
49. Ramos E, Oliveira LVF, Silva AB, Costa IP, Corrêa JCF, Costa D, et al. Peripheral muscle strength and functional capacity in patients with moderate to severe asthma. *Multidisciplinary Respiratory Medicine.* 2015;10(1):3.
50. Costa IP, Politti F, Cahalin LP, Carvalho EFT, Costa D, Corrêa JCF, et al. Acute effects Using Light-Emitting Diode Therapy (LEDT) for muscle function during isometric exercise in asthma patients: a pilot study. *Biomed Res Int.* 2019 Jan 16;2019:7501870.
51. Soderberg GL, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiologic Electromyographic data. *Physical Therapy.* 2000;80(5):485-98.
52. Serres I, Gautier V, Varray A, Préfaut C. Impaired skeletal muscle endurance related to physical inactivity and altered lung function in COPD patients. *Chest.* 1998;113:900-05.

53. Gea J, Pascual S, Casadevall C, Orozco-Levi M, Barreiro E. Muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease: update on causes and biological findings. *J Thorac Dis.* 2015;7(10):E418-E438. doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2015.08.04
54. Nyberg A, Törnberg A, Wadell K. Correlation between Limb Muscle Endurance, Strength, and Functional Capacity in People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Physiother Can.* 2016;68(1):46-53.
55. Lopes AJ, Vigário PS, Hora AL, Deus CA, Soares MS, Guimaraes FS, Ferreira AS. Ventilation distribution, pulmonary diffusion and peripheral muscle endurance as determinants of exercise intolerance in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Physiol Res.* 2018 Dec 18;67(6):863-874.
56. McNamara RJ, Houben-Wilke S, Franssen FME, Smid DE, Vanfleteren LEGW, Groenen MTJ, Uszko-Lencer NHMK, Wouters EFM, Alison JA, Spruit MA. Determinants of functional, peak and endurance exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2018 May;138:81-87.
57. Géphine S, Frykholm E, Nyberg A, Bui K-L, Maltais F, Saey D. Relationship between functional capacity, dynamic and static muscle function assessments in people with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *Eur Respir J.* 2018;52(suppl 62):41-54.
58. Bui K-L, Mathur S, Maia N, et al. Associations between isometric and dynamic quadriceps measures with functional capacity in chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Eur Respir J.* 2018;52(suppl62):33-44.
59. Reis CM, Silva TC, Karloh M, Araujo CL, Gulart AA, Mayer AF. Performance of healthy adult subjects in Glittre ADL-test. *Fisioter Pesqui.* 2015;22(1):41-7.

APÊNDICE A

TCLE - Termo de Consentimento livre e esclarecido para Participação em Pesquisa Clínica

Nome do participante: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental: Associação entre fadiga muscular periférica, atividades de vida diária e equilíbrio postural em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC).

2. Objetivo: Avaliar a correlação entre fadiga muscular periférica, atividade de vida diária (AVD) e equilíbrio postural em idosos saudáveis e comparar com indivíduos com DPOC

3. Justificativa: O processo natural de envelhecimento leva a diminuição da resistência muscular periférica, podendo interferir no desempenho de AVD e no equilíbrio postural. A associação do envelhecimento a uma doença crônica pode agravar esse cenário.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa, na qual será submetido a avaliação da função do pulmão (por meio de um assopro), das medidas de peso, altura e gordura corporal, do cansaço do músculo da perna com adesivos colados na coxa, das atividades realizadas no dia a dia com monitoração da respiração e coração, da qualidade de vida, estresse e depressão (por meio de questionários), e do equilíbrio (por meio de testes específicos). Essa avaliação terá duração total de 2 horas, em apenas um dia.

5. Desconforto ou Riscos Esperados: O indivíduo poderá sentir-se constrangido por passar por uma avaliação morfológica (peso e altura) e do seu nível de condição física, mas todos os testes serão realizados individualmente, em sala separada, somente com a presença dos pesquisadores e garantia do sigilo e privacidade dos dados, mas caso o indivíduo deseje, a avaliação poderá ser interrompida a qualquer momento.

O indivíduo poderá sentir algum desconforto na avaliação das atividades no dia a dia, pois fará um esforço físico, mas será monitorado pelo terapeuta o tempo todo.

O indivíduo, devido ao esforço gerado pelo exercício, poderá sentir falta de ar e cansaço muscular ou mesmo poderá sentir tontura na avaliação do pulmão, por isso será monitorizado por oxímetro que é um aparelho que monitora o oxigênio do sangue e, caso este reduza, será administrado oxigênio. Solicitaremos e orientaremos aos participantes trazer todos os medicamentos prescritos pelo seu médico.

Existe um risco mínimo de, em algum momento durante os testes de equilíbrio, o indivíduo sofrer uma queda ou tropeçar. Para evitar acidentes, os testes serão realizados de forma individual, sempre observando a movimentação do indivíduo; os testes serão realizados em superfícies planas e antiderrapantes, os participantes serão solicitados a usar calçado tênis, e estarão sempre com dois terapeutas próximos para evitar quedas.

6. Medidas protetivas aos riscos: O indivíduo será monitorado em todos os testes, quanto a falta de ar, os batimentos cardíacos, sinais de cansaço e sua oxigenação (caso seja necessário será administrado oxigênio ou ventilação mecânica não invasiva, bem como os medicamentos prescritos pelo seu médico). Caso seja necessário atendimento

especializado, o participante será encaminhado para o Ambulatório Integrado de Saúde localizado nas dependências do campus UNINOVE Memorial.

7. Benefícios da Pesquisa: Com as avaliações propostas no estudo será possível investigar melhor as alterações da musculatura periférica que podem refletir no desempenho das atividades de vida diária; e a avaliação do equilíbrio postural também pode dar informações importantes a respeito do risco de quedas. Esses podem ser parâmetros relevantes a serem considerados no plano de tratamento da reabilitação pulmonar posteriormente.

8. Métodos Alternativos Existentes: Não se aplica.

9. Retirada do Consentimento: O participante tem liberdade de sair do estudo a qualquer momento.

10. Garantia do Sigilo: Os pesquisadores garantem o sigilo e privacidade dos dados.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: O participante e seus acompanhantes não serão ressarcidos quanto a despesas de transporte e alimentação. Res.Nº 466/12 – Item II.21: Não receberão pagamento por participar da pesquisa.

12. Local da Pesquisa: Este estudo será desenvolvido nas dependências do Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP) e no Laboratório Integrado de Análise do Movimento Humano, localizados no Campus Memorial da América Latina da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), na Av. Francisco Matarazzo, 376, Barra Funda, São Paulo - SP. Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNINOVE, com a orientação do Professor Dirceu Costa.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. **Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br**
Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00

14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientador e Alunos) para Contato:

Se tiver alguma dúvida ou pergunta, poderá ligar nesse número:

NOME DOS PESQUISADORES: Dra. Adriana do Carmo Santos Sousa, Dra. Carolina Benedetti Castellari, Dra. Daniela Ike, Dr. Rodrigo Pereira Luiz.

TELEFONE (011) (3665-9750) “INCLUSIVE LIGAÇÕES À COBRAR”

E-MAIL dcosta@uni9.pro.br

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

São Paulo, _____ de _____ de 2020.

16. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante

(Todas as folhas devem ser rubricadas pelo participante da pesquisa)

17. Eu, _____ (Pesquisador do responsável desta pesquisa), certifico que:

- a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.
- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

(COLOCAR O NOME COMPLETO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL)

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE B
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM

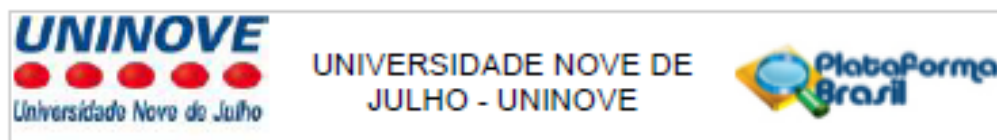
Eu, _____,
nacionalidade _____, portador da cédula de identidade (RG) nº _____,
inscrito no CPF nº _____, AUTORIZO o uso de
minha imagem em todo e qualquer material fotográfico e de vídeo, para ser utilizada para fins
educacionais. A presente autorização é concedida a título gratuito.

Por esta ser a expressão da minha vontade, declaro que autorizo o uso acima descrito sem que
nada haja a ser reclamado a título de direitos relacionados à minha imagem ou a qualquer outro,
e assino a presente autorização em duas vias de igual teor e forma.

São Paulo, ____ de _____ de 2020.

Assinatura

ANEXO 1



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Associação entre fadiga muscular periférica, atividades de vida diária e equilíbrio postural em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica

Pesquisador: Dirceu Costa

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 37514720.2.0000.5511

Instituição Proponente: ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.308.091

Apresentação do Projeto:

Informações extraídas do projeto "Associação entre fadiga muscular periférica, atividades de vida diária e equilíbrio postural em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica," CAAE: 37514720.2.0000.5511, que tem como pesquisador responsável: Dirceu Costa.

Resumo:

Introdução: a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada por limitação ao fluxo aéreo associada a uma resposta inflamatória e a manifestações extrapulmonares, como intolerância a esforços e inatividade física. **Objetivo:** avaliar a associação entre a fadiga muscular de quadriceps, o desempenho de atividades de vida diária (AVD) e o equilíbrio de indivíduos com DPOC, e comparar com indivíduos saudáveis de mesma faixa etária. **Metodologia:** serão recrutados indivíduos com diagnóstico de DPOC, que realizarão avaliações de fadiga muscular periférica (eletromiografia de superfície), desempenho em AVD (teste de AVD de Gillette), equilíbrio (escala de equilíbrio de Berg, Mini BESTest e posturografia) e questionários (qualidade de vida, nível de atividade física e ansiedade e depressão), e terão seus desempenhos comparados a um grupo controle, de mesma faixa etária. **Hipóteses:** espera-se encontrar relação entre a fadiga muscular, que pode contribuir para a limitação de AVD e, conseqüentemente, alterações no controle postural, mais evidentes em indivíduos com DPOC.

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249	CEP: 01.504-001
Bairro: LIBERDADE	
UF: SP	Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3385-0010	E-mail: comiteetica@uninove.br

ANEXO 2
ESCALA DE BORG MODIFICADA

0	Nenhum
05	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima