



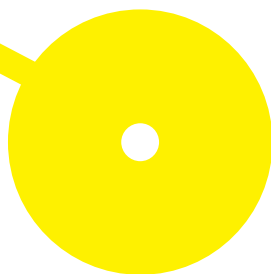
MESTRADO

Mestrado em Fisioterapia – Opção Cardio-respiratória

Aplicação de um protocolo de *blood flow restriction exercise* num indivíduo com Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica severa – Estudo de caso

Leonor de Almeida Nunes

09/2024





**ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE**

**Aplicação de um protocolo de *blood flow restriction exercise* (BFRE) num indivíduo com
Doença Pulmonar Crónica severa- Estudo de Caso**

Autor

Leonor de Almeida Nunes

Orientador

Mestre/Pedro Matos Silva/ Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto

Professora Doutora/Ana Silva Alexandrino/ Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto

**Relatório de estágio apresentado para cumprimento dos
requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em
Fisioterapia – Opção Cardio-respiratória pela Escola
Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.**

Agradecimentos

Agradeço a toda a minha família por todo o carinho e suporte durante este percurso.

Um agradecimento especial ao Terapeuta Pedro Matos Silva por todo o apoio durante este processo e, especialmente por me ter devolvido a confiança e sentido de satisfação profissional.

Ao Tiago pela paciência e por toda a coragem e confiança com que me enche todos os dias.

Agradecimento especial à Sausport- Saúde e Desporto pela disponibilidade no empréstimo da tecnologia Blood Flow Restriction Therapy para realizar o presente estudo.

Índice

Resumo	iv
Abstract	v
1. Introdução	6
2. Caracterização do indivíduo	8
3. Achados Clínicos	8
4. Métodos de avaliação	9
4.1 Ética	9
4.2 Métodos de avaliação antes, durante e após o protocolo	9
5. Intervenção Terapêutica	11
5.1 Treino aeróbio de baixa intensidade com BFR	12
5.2 Treino de força muscular de baixa intensidade com BFR	13
5.3 Objetivos/recomendações relativas ao nível diário de atividade física	15
6. Resultados	15
7. Discussão	21
8. Limitações	26
9. Forças	26
10. Conclusão	26
Referências Bibliográficas	28
Anexo 1– Questionário Clínico da DPOC (QCD)	33
Anexo 2– Teste de avaliação da DPOC (CAT)	34
Anexo 3– Escala da Dispneia– Medical Research Council	35
Anexo 4– Registo dos momentos três momentos de avaliação	36
Anexo 5– Registo dos valores da Pressão arterial sistólica e diastólica antes e no fim da sessão	38

Resumo

Introdução: Em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) severa a intolerância ao exercício é um fator limitante nos programas de reabilitação. A realização de exercício com o *blood flow restriction exercise* (BFRE) apresenta-se como um protocolo inovador e pouco explorado até agora pela literatura. **Objetivo:** Registrar os outcomes funcionais, a perceção de sintomas, o nível de atividade física e a qualidade de vida relativa à condição, após a aplicação de um protocolo treino aeróbio e do treino de força muscular com BFRE, num indivíduo com DPOC. **Métodos:** O protocolo de exercício foi aplicado durante 12 semanas, com uma frequência de 3 vezes por semana (total de 36 sessões) e com duração de uma hora. Cada sessão incluiu treino de exercício aeróbio durante 30 minutos e treino de força muscular através dos exercícios de *leg extension, shoulder press, leg curl e elbow extension*, associado à restrição de fluxo sanguíneo. **Resultados:** Verificou-se uma melhoria da capacidade funcional compatível com uma variação no *Incremental Shuttle Walk Test* de 12,50% e de 10% no 1 minuto Sentar e Levantar. Ocorreram melhorias da força muscular medida através do 1 RM teórica, principalmente do músculo quadríceps, com uma variação de 78,48%. Verificou-se uma melhoria na perceção da qualidade de vida relativa à condição de saúde, traduzida por uma variação de -45,45% no *Clinical COPD Questionnaire*. **Conclusão:** Após a aplicação de um protocolo treino aeróbio e do treino de força muscular com BFRE, num indivíduo com DPOC severa, verificou-se uma melhoria da capacidade funcional e da força muscular, assim como da perceção de qualidade de vida relativa à condição de saúde.

Palavras-chave: blood flow restriction exercise, doença pulmonar obstrutiva crónica, dispneia, treino de força, treino aeróbio, case study

Abstract

Introduction: In individuals with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD), exercise intolerance is a limiting factor in adhering to rehabilitation programs. Blood flow restriction exercise (BFRE) presents itself as an innovative and relatively unexplored protocol in the literature. **Objective:** To document functional outcomes, symptom perception, physical activity levels, and quality of life related to the condition after applying an aerobic training protocol and strength training with BFRE in a COPD patient. **Methods:** The exercise protocol was implemented over 12 weeks, with a frequency of 3 times per week (total of 36 sessions) and a duration of one hour. Each session included 30 minutes of aerobic exercise and strength training through leg extension, shoulder press, leg curl, and elbow extension exercises, combined with blood flow restriction. **Results:** An improvement in functional capacity was observed, with a 12.50% variation in the Incremental Shuttle Walk Test and a 10% improvement in the 1-minute Sit-to-Stand Test. Muscle strength improvements were noted, particularly in the quadriceps, with a 78.48% variation measured through theoretical 1 RM. An improvement in the perception of quality of life related to health was also observed, with a -45.45% variation in the Clinical COPD Questionnaire. **Conclusion:** Following the implementation of an aerobic training protocol and strength training with BFRE in an individual with severe COPD, improvements were observed in functional capacity, muscle strength, and quality of life perception related to the health condition. **Keywords:** blood flow restriction exercise, chronic obstructive pulmonary disease, dyspnea, strength training, aerobic training, case study

Keywords: blood flow restriction exercise, chronic obstructive pulmonary disease, case study, dyspnoea, strength training, aerobic training

1. Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) é uma condição pulmonar heterogénea caracterizada por sintomas pulmonares e extra-pulmonares (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), 2023). A intolerância ao exercício é um fator limitante no cumprimento das diretrizes propostas nos programas de reabilitação pulmonar, geralmente restringido pela presença de dispneia e fadiga muscular (Kohlbrener, 2021; Nyberg, 2016).

Indivíduos com DPOC são comumente bastante inativos, tendem a diminuir os períodos de tempo que despendem ativamente, a diminuir a intensidade das tarefas e, conseqüentemente a aumentar os períodos em comportamento sedentário (Spruit et al., 2016). A percepção de dispneia e de fadiga muscular durante a realização de atividade física está associada a um comportamento de evitamento das tarefas diárias que irá induzir uma percepção exacerbada dos sintomas conseqüente do descondicionamento. A inatividade física parece ser o fator predominante no desenvolvimento da disfunção muscular, no entanto, o aumento do *stress* oxidativo secundário à disfunção pulmonar pela formação de radicais livres, inflamação sistémica e hipoxia crónica contribuem para o agravamento da condição pulmonar e da disfunção muscular, assim como, promovem a disfunção endotelial e perpetuam a prevalência de comorbilidades cardiovasculares (CV) (Donaldson, A. 2017; Maltais, 2013; Theodorakopoulou, M. 2023). Os fatores descritos causam uma precoce e crescente dependência do metabolismo glicolítico que estimula o aumento da frequência respiratória aumentando, por sua vez, a percepção de dispneia (Brandt et al 2018; Maltais, 2013; Theodorakopoulou, 2023). Por outro lado, o metaborreflexo, que consiste na reposta reflexa responsável por regular a resposta cardiovascular durante o exercício, em indivíduos com DPOC, parece esboçar uma resposta ventilatória excessiva, aumentando também a percepção de dispneia (Bruce, Turner & White, 2016).

A prescrição de atividade física diária é, por isso, um determinante importante no programa de reabilitação, pois parece melhorar a condição de saúde a longo-prazo (Spruit et al., 2016). O exercício aeróbio de alta intensidade, com carga contínua é frequentemente indicado como sendo uma estratégia necessária para atingir melhorias na capacidade de exercício, uma vez que impõe uma sobrecarga significativa, tanto a nível muscular como nos órgãos que permitem o transporte de oxigénio (Calverley, 2006; Spruit et al., 2016). Acoplar o treino de força muscular nestes indivíduos é também indicado, de forma a potenciar a hipertrofia e a força muscular e, conseqüentemente diminuir a percepção de dispneia durante o

exercício aeróbio (Gloeckl et al., 2013). No entanto, indivíduos com DPOC severa, com importante percepção de dispneia e disfunção muscular periférica, não apresentam frequentemente capacidade de realizar treino aeróbio de alta intensidade. (Spruit et al., 2016). Em contexto de reabilitação, no que concerne à tomada de decisão individualizada da(s) tipologia(s) de treino para iniciar o programa, as limitações consequentes dos sintomas pulmonares e extra-pulmonares obrigam a optar por estratégias alternativas, nomeadamente o treino intervalado, de modo a permitir o seu cumprimento (Calverley, 2006; Spruit et al., 2016). O *Blood Flow Restriction Exercise* (BFRE) surge como uma opção de treino que parece desencadear efeitos adaptativos significativos ainda que através da aplicação de cargas submáximas, com menor percepção de dispneia em indivíduos com DPOC severa.

A realização de exercício associado à técnica de *BFRE* parece potenciar a força e a hipertrofia muscular em pacientes com DPOC, mesmo com cargas de treino baixas, uma vez que o exercício, associado a um estímulo local de hipóxia, parece induzir adaptações semelhantes às observadas em exercícios de alta intensidade (Cristina-Oliveira et al., 2020; Kambič T., 2020 Tanaka & Takarada, 2018). O BFRE consiste numa modalidade de exercício associada à aplicação de *cuffs*, posicionadas na raiz dos membros, que permitem aplicar uma pressão acima da pressão arterial sistólica (PAS) (Kambič T., 2020). A insuflação das mesmas impõe uma redução do fluxo sanguíneo arterial e restrição do retorno venoso o que implica uma diminuição local de oxigénio, a nível periférico, limita a eliminação de metabolitos, potencia a produção hormonal local e o recrutamento de fibras musculares de modo a atingir uma rápida percepção de fadiga muscular no momento do exercício, a cargas submáximas (Cristina-Oliveira et al., 2020; Pereira-Neto et al., 2021).

Sendo assim, este estudo tem como principal objetivo analisar os outcomes funcionais, como a capacidade funcional no que concerne à marcha, à atividade de sentar e levantar e à força muscular, após a aplicação de um protocolo de *Blood Flow Restriction Exercise* (BFRE) em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC), durante 12 semanas. Adicionalmente, pretende-se analisar a percepção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares, a percepção de qualidade de vida relativa à condição de saúde e o nível de atividade física após a aplicação do mesmo protocolo. Surge como hipótese que o BFRE possa ser utilizado como uma estratégia para pessoas com DPOC com acentuada limitação na capacidade de realizar exercício de moderada a alta intensidade. Esta hipótese prende-se à premissa de que as adaptações estruturais musculares impostas pela aplicação da diminuição

do fluxo sanguíneo culminem numa melhoria da força muscular periférica, reduzindo a sobrecarga cardíaca e pulmonar aliviando as manifestações fisiopatológicas.

2. Caracterização do indivíduo

Paciente de 72 anos, do sexo masculino, foi referenciado para realizar reabilitação respiratória consequente da crescente percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores durante a caminhada diária normal, pelo que diz ter reduzido a distância do percurso para o conseguir terminar. Apresenta diagnóstico médico de DPOC severa, segundo a GOLD, classificada como DPOC 3A. Em Novembro de 2021, foi submetido a uma cirurgia de artroplastia total da anca da qual não manifesta qualquer sintoma ou limitação associada. Condição pulmonar em situação estável consequente da autogestão da mesma através da realização de atividade física regular, cessação tabágica e com a última exacerbação registada há 2 anos. Por fim, apresenta uma condição psiquiátrica controlada através de medicação. Realiza a seguinte medicação: Excitalopram, Trazodona, Alprazolam, Olanzapina e a terapia inalatória Riltrava (2 *puffs*, 2 vezes por dia).

O presente caso foi selecionado para este estudo uma vez que apresenta diagnóstico de DPOC com Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEMS1) inferior a 50%, geralmente compatível com uma percepção de sintomas significativa; apresentar um ecocardiograma e eletrocardiograma normal; ausência de diagnóstico de diabetes mellitus do tipo 2; apresentar uma PA em repouso inferior a 140/90 mmHg (Unger et al., 2020) e superior a 90/60 mmHg e ausência de resposta hipotensa ortostática (diminuição de 20 mmHg ou 10 mmHg da PAS ou diastólica (PAD), respetivamente, 3 minutos após assumir a posição ortostática) (Juraschek et al., 2024); sem registo de eventos tromboembólicos prévios e ausência de polineuropatias e não integrou nenhum programa de reabilitação pulmonar há menos de 6 meses. A ausência de comorbilidade e a necessidade de acautelar a resposta hemodinâmica da PA permite isolar as adaptações do protocolo de BFRE na condição DPOC. Após garantir que nenhum dos anteriores critérios estava presente e, assinar o consentimento para a participação, o paciente iniciou o programa.

3. Achados Clínicos

Foram, inicialmente, recolhidos os dados sociodemográficos, antropométricos e restante informação clínica relevante. A caracterização da função pulmonar e da função cardíaca foi

obtida a partir dos registos médicos do participante e utilizado para estabelecer a gravidade da obstrução das vias aéreas de acordo com o relatório da Iniciativa Global para Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (GOLD). Os dados da espirometria indicam: VEMS1 igual a 45% e um Índice de Tiffeneau inferior a 70%. O Ecocardiograma e o Eletrocardiograma não apresentaram nenhuma alteração. No que concerne à avaliação física foi realizada a auscultação pulmonar, na qual foram revelados achados compatíveis com a patologia pulmonar pela presença de Ruído Respiratório normal acoplado a ferveores de baixa frequência, na região das bases, bilateralmente (Postiaux, P., 2021).

4. Métodos de avaliação

4.1 Ética

O presente estudo teve em consideração os princípios éticos inerentes ao processo de investigação definidos pela Declaração de Helsinque (da Associação Médica Mundial). Os princípios éticos em estudos com humanos garantem a proteção, o bem-estar e o direito dos participantes. Foi assegurado o consentimento informado do indivíduo em relação a todos os procedimentos e, foi também garantida a confidencialidade, a privacidade dos dados que apenas foram partilhados entre os fisioterapeutas responsáveis e, que a pesquisa iria ser conduzida de forma honesta e transparente.

4.2 Métodos de avaliação antes, durante e após o protocolo

A metodologia de avaliação foi aplicada em três momentos de avaliação: M0 – antes da aplicação do programa de exercício, M1 – 6 semanas após início do programa de exercício e M2 – 12 semanas após início do programa de exercício. Foram avaliadas os mesmos outcomes principais, nos 3 momentos de avaliação.

A capacidade funcional foi medida através do *Incremental Shuttle Walking Test* (ISWT), a prova foi realizada duas vezes, em cada momento de avaliação, sendo contabilizada a maior distância (Sally J. Singh et al., 2014). O número de metros é o indicador principal da prova, tendo sido utilizado como medida de reavaliação durante e após o protocolo de exercício (Singh et al., 2014). O teste seria interrompido em qualquer um dos seguintes casos: se o próprio paciente manifestasse vontade de parar a prova; se não conseguisse alcançar o cone a tempo e se posicionasse a mais de 0,5 metros do mesmo; atingisse 85% da frequência cardíaca máxima teórica a partir da fórmula $(210 - 0,65 * \text{idade})$ (Singh et al., 1992). Singh et al (2014) descreve que existe uma forte relação entre o consumo de oxigénio ou a taxa de

trabalho na prova de esforço cardiopulmonar e no ISWT ($r= 0,75-0,88$). Destaca-se também um estudo que registou um coeficiente de correlação interclasse (CCI) de 0,88 com um intervalo de confiança (IC) 95% de 0,83-0,92 (Singh et al., 2014). A análise do ISWT e da prova de esforço cardiopulmonar demonstrou uma resposta linear no pico de consumo de oxigénio, sugerindo que os dois testes provocam uma resposta cardiopulmonar semelhante. Deste modo, a literatura atual sugere que o ISWT constitui uma medida válida da capacidade de exercício cardiopulmonar na DPOC (Singh et al., 2014).

A caracterização da capacidade funcional e da força dos membros inferiores foi avaliada através do teste de *Sentar e Levantar durante 1 minuto* (1mSTS), simulando uma atividade diária fundamental (Vaidya et al., 2016). Relativamente às propriedades psicométricas, Spence et al (2023) descreve que existe uma correlação de $r= 0,4-0,75$ com o Teste de Caminhada de 6 Minutos, caracterizada como moderada a forte, assim como, descreve que o 1mSTS apresenta uma elevada fiabilidade teste-reteste compatível com um CCI de 0,99 com um IC 95% de 0,97-1 (Spence et al., 2023).

De forma a complementar a avaliação da força muscular periférica e permitir a prescrição inicial da carga, foi estimada a carga compatível com uma repetição máxima voluntária (1RM teórica) através da fórmula teórica de Brzycki ($1RM\ teórica = \text{Peso mobilizado} / (1,0278 - 0,0278 * \text{número de repetições})$) O resultado foi registado em quilogramas (Kg)(Brzycki, 1993). Esta medição foi realizada em quatro exercícios: *leg extension*, *leg curl* bilateralmente, *elbow extension* e *shoulder press*. Os resultados do ICC de todos os exercícios variaram de 0,98 a 0,99, indicando excelente fiabilidade na força prevista de 1-RM para todos os exercícios. A fiabilidade teste-reteste de todos os exercícios foi superior a 0,98 (Abdul-Hameed et al., 2012).

Adicionalmente, pretendeu-se analisar a perceção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares, a perceção de qualidade de vida relativa à condição de saúde e o nível de atividade física após a aplicação do mesmo protocolo. Estas variáveis foram apenas submetidos a avaliação antes (M0) e após término do protocolo (M2).

De forma a avaliar a presença de sintomas, assim como, caracterizar a qualidade de vida relacionada com a condição de saúde pelo impacto dos sintomas na rotina diária, a GOLD(2023) recomenda a aplicação de dois questionários: Questionário clínico para a DPOC (QCD) e o Teste de Avaliação da DPOC (CAT) (Silva, 2012; Valério et al., 2022; Zhou et al., 2017). A QCD consiste na avaliação de 10 itens que compreendem 3 domínios (sintomas,

funcionalidade e saúde mental) (Anexo 1). Após a soma da pontuação dos vários itens ser dividida por 10, um score mais próximo de 0 ou de 6 é compatível com uma melhor qualidade de vida ou pior qualidade de vida, respetivamente (Kon et al., 2014). A CAT inclui 8 elementos que inclui sintomas respiratórios, não respiratórios e, ainda indicadores adicionais como, por exemplo, limitações nas atividades da vida diária e confiança para sair de casa (Houben-wilke et al., 2018). A cotação final apresenta um peso clínico muito significativo uma vez que determina a classificação GOLD em pacientes com DPOC e orienta, indiretamente, a terapia farmacológica (Houben-wilke et al., 2018) (Anexo 2). Relativamente às propriedades psicométricas, a fiabilidade da pontuação total do QCD variou entre 0,84 e 0,94, e a fiabilidade teste-reteste é de 0,70-0,99 (Zhou et al., 2017). Para a CAT, a fiabilidade é de 0,85-0,98 e a fiabilidade teste-reteste foi de 0,80-0,96. A validade convergente e longitudinal, utilizando o coeficiente de correlação de *Pearson*, foi a seguinte foi: SGRQ-C 0,69-0,82 e 0,63, CCQ 0,68-0,78 e 0,60, e mMRC 0,29-0,61 e 0,20, respetivamente.

Antes e após cada teste funcional, foi monitorizada a PA e a perceção subjetiva de esforço através da escala modificada da Borg (0-10). Foi também monitorizada, de forma contínua, a SpO2 e a FC antes, durante todo o teste e imediatamente após a prova.

Para a avaliação quantitativa da perceção de dispneia (Kim et al., 2013), foi acoplada a aplicação da versão original da Escala da Dispneia - *Medical Reserch Council* (MRC) cuja cotação varia entre grau 1 a 5, "Sem problemas de falta de ar excerto em caso de exercício intenso" e "Demasiado cansado ou sem fôlego para sair de casa, vestir ou despir", respetivamente (Anexo 3).

O *outcome* utilizado para registar a atividade física diária foi o número de passos diários, medido através da utilização de um pedómetro (OMRON Walking style HJ-720ITC), durante os períodos de vigília, por cinco dias consecutivos (inclusão de dias úteis e do fim-de-semana) antes do protocolo (M0) e no final da mesmo (M2).

5. Intervenção Terapêutica

O protocolo de exercício foi aplicado durante 12 semanas, com uma frequência de 3 vezes por semana (total de 36 sessões) e com duração de aproximadamente uma hora. Cada sessão incluiu dois protocolos de exercício de baixa intensidade com BFRE: treino de exercício aeróbio e treino de força muscular. Acoplado ao treino aeróbio e treino de força, realizado durante a sessão, foram, em conjunto com o sujeito, determinados objetivos de atividade física diários.

Relativamente à monitorização a cada sessão, antes de iniciar e após terminar o protocolo, o indivíduo foi submetido à avaliação dos sinais vitais. A pressão arterial (PA) foi medida no início e no final da sessão, no entanto, a percepção subjetiva de esforço através da escala modificada da Borg (0 a 10), a monitorização da saturação periférica de oxigénio (SpO₂) e a frequência cardíaca (FC) foram monitorizadas continuamente durante toda a sessão. Durante a sessão, para além dos sinais anteriormente mencionados, foram estabelecidos parâmetros, que impediam o início da sessão e sinais e sintomas mandatórios para a paragem imediata do exercício. A percepção de diminuição de força que não se modificou desde a sessão anterior (após 48 horas), edema ou percepção de dor e hematoma cutâneo, foram descritos como critérios que impediam iniciar da sessão (Patterson et al., 2019; Wernbom et al., 2020). Para poder realizar o BFRE o paciente teria de apresentar uma PA em repouso inferior a 140/90 mmHg e superior a 90/60 mmHg e ausência de resposta hipotensa ortostática (diminuição de 20 mmHg ou 10 mmHg da PAS ou diastólica (PAD), respetivamente, 3 minutos após assumir a posição ortostática) (Juraschek et al., 2024; Unger et al. 2020). No seguimento, a paragem imediata do exercício era determinada pela presença de alguns dos seguintes achados: dor nos membros, SpO₂ inferior a 88%, diminuição da PAS durante o exercício, alterações do eletrocardiograma, presença de angina de peito, presença de edema periférico, percepção de tonturas, sudorese excessiva e registo de dormência dos membros (American College of Sports Medicine (ACSM), 2021).

5.1 Treino aeróbio de baixa intensidade com BFR

A pressão oclusão arterial (POA) dos membros foi calculada automaticamente através do equipamento MAD-up bilateralmente. O aparelho, através das *cuffs* posicionadas na raiz dos membros permite aplica uma pressão crescente até calcular a POA que implica uma conclusão total e, portanto, a partir desse valor de pressão é aplicada a percentagem desejada. O treino aeróbio foi realizado numa bicicleta estacionária, de acordo com uma metodologia do tipo treino contínuo cuja POA foi balizada entre os 40 e os 60% da pressão de oclusão do membro (POM). A pressão de oclusão do membro foi calculada automaticamente através do equipamento MAD-up PRO bilateralmente. De forma a garantir a realização de 30 minutos de trabalho foram aplicadas as *cuffs*, bilateralmente, na porção proximal da coxo-femoral, 40% POM com carga compatível com 0.5 Watts e com uma cadência de 20 RPM (Kohlbrener et al., 2021; Patterson et al., 2019). O objetivo determinado para a percepção de esforço dos

membros inferiores e para a percepção de dispneia, medidas através da Escala de Borg modificada, foi garantir a graduação entre 4-5. A intensidade do treino era aumentada quando a percepção de esforço e de dispneia era inferior a 4 (Gloeckl et al., 2013). Desta forma, acoplada à monitorização dos sintomas através da aplicação da Escala Borg modificada, foi determinado que a FC se situasse entre os 30 e os 50% da frequência cardíaca de reserva (HRR), garantindo que esta não seria superior a 50% HRR ainda que a percepção de esforço fosse inferior a 4. No entanto, caso a FC fosse inferior a 30% HRR e a percepção de esforço inferior a 4, esta última foi o critério prioritário a respeitar (Patterson et al., 2019).



Figura 1– Imagem de exemplo da aplicação do BFR durante o treino aeróbio. *Cuffs* posicionadas na raiz dos membros inferiores, bilateralmente.

5.2 Treino de força muscular de baixa intensidade com BFR

Inicialmente, foi aplicada uma pressão de 40% POM em cada membro, consoante o grupo muscular alvo. O objetivo definido foi atingir 60% POM, de forma a potenciar os ganhos de força e, de modo a contribuir para a robustez dos protocolos atualmente utilizados (Patterson et al., 2019). A carga aplicada foi de 30% 1 RM estimada através da fórmula de *Brzycki*, compatível com o treino de baixa intensidade (Patterson et al., 2019). De forma intercalada, em cada sessão, eram realizados exercícios direcionados para membro superior e membro inferior. Cada exercício era composto por três séries, doze repetições e com um ritmo de treino compatível com 2-0-2 (2 segundos de fase concêntrica- sem pausa- 2 segundos de fase excêntrica). A pausa entre séries e entre exercícios foi definido para um minuto sem desinsuflação ou diminuição da pressão da *cuff* (Patterson et al., 2019).

O objetivo determinado para a percepção de esforço dos membros inferiores e para a percepção de dispneia, medidas através da Escala de Borg modificada foi garantir a graduação entre 4-5 (Gloeckl et al., 2013). A intensidade do treino era aumentada quando a percepção de esforço e de dispneia era inferior a 4 (Gloeckl et al., 2013). A variável cuja progressão foi priorizada tendo por base o conceito do protocolo, foi a percentagem de POM, no entanto, caso a pressão fosse percebida como dolorosa, a variável alvo de progressão foi a carga aplicada.

Após cada progressão aplicada, nas três sessões seguintes não foram realizadas alterações no plano.



Figura 2- Imagens exemplo dos exercícios que contemplaram o treino de força associado ao BFR: *Elbow extension* (esquerda e superior); *Shoulder press* (direita e superior); *Leg curl* (esquerda e inferior) e *Leg extension* (direita e inferior).

5.3 Objetivos/recomendações relativas ao nível diário de atividade física

Tendo em consideração o número de passos diários cumpridos pelo utente no momento de avaliação M (0) foi, em conjunto com o utente, definido que todas as semanas teria como intenção aumentar mil passos diários de forma a atingir entre 8 e 10 mil passos (Paluch et al., 2022).

6. Resultados

Os outcomes recolhidos antes do início do protocolo, respetivo a M (0) foram compilados na tabela 1. O número médio de passos durante 5 dias consecutivos foi de 4579 passos. Interessa destacar que em 4 dos 5 dias, o indivíduo cumpriu entre 20 a 25 minutos de caminhada, sem pausas.

A metodologia de avaliação foi aplicada em três momentos de avaliação: M0 – antes da aplicação do programa de exercício, M1 – 6 semanas após início do programa de exercício e M2 – 12 semanas após início do protocolo de exercício. A sumarização do registo dos três momentos de avaliação está disponibilizada na tabela 4 e, detalhada individualmente no anexo 4.

Relativamente à capacidade de funcional medida através do ISWT, entre os momentos M (0) e M (2), ocorreu uma variação de trinta metros, compatível com uma melhoria percentual de 12,50%. No entanto, às seis semanas de protocolo, a distância percorrida diminuiu em 20 metros, pelo que, nas últimas seis semanas, houve uma variação total de 50 metros.

No que concerne à capacidade funcional e força dos membros inferiores, avaliada através do número de repetições do teste de sentar e levantar, durante um minuto, a variação ao longo das semanas foi no sentido da melhoria, que se coaduna com uma variação de 10% entre M (0) e M (2).

Relativamente ao número de passos diários verificou-se, entre em M (2) uma diminuição de quase metade da média registada em M (0), no entanto, importa notar que o tempo de caminhada sem interrupções manteve-se consistente com 20 minutos diário.

Tabela 4– Registo da variação entre os vários momentos de avaliação

Variáveis/Instrumentos de avaliação	M(0)	M(1)	M(2)	Variação entre M(0) e M(1)	Variação entre M(1) e M(2)	Variação entre M(0) e M(2)	Variação entre M(0) e M(2) (%)
Pedómetro (Passos)	4579	NA ¹	2188	NA	NA	-2391	-47,7%
Distância percorrida no ISWT (Metros)	240	220	270	-20	50	30	12,50%
Número de repetições no 1mSTS (Repetições)	20	21	22	1	1	2	10,00%
1RM teórico Leg extension (Kg)	60,6	65,77	108,16	5,17	42,39	47,56	78,48%
1RM teórico Shoulder Press (Kg)	33,91	44,01	44,01	10,1	0	10,1	29,78%
1RM teórico Elbow Extension (Kg)	21,34	26,2	26,2	4,86	0	4,86	22,77%
1RM teórico Leg Curl (Direita) (Kg)	22,19	19,2	21,34	-2,99	2,14	-0,85	-3,83%
1 RM teórico Leg Curl (Esquerdo) (Kg)	19,22	24,01	24,01	4,79	0	4,79	24,92%

QCD	1,1	NA	0,6	NA	NA	-0,5	-45,45%
CAT	7	NA	7	NA	NA	0	0,00%
MRC	2	NA	2	NA	NA	0	0,00%

¹ NA = Não aplicável. A aplicação dos questionários foi realizada apenas no início e no final do protocolo

Entre M (0) e M (2) não se verificaram alterações dos resultados da perceção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares nem da severidade da dispneia. No entanto, relativamente à qualidade de vida relativa à condição de saúde, registou-se uma variação de -45,45%, compatível com uma melhoria da qualidade de vida uma vez que o resultado em M (2) se aproxima mais de zero.

A variação, entre M (0) e M (2), do cálculo de 1 RM teórico no exercício de *leg extension*, foi de 78,48%, no exercício de *shoulder press* foi de 29,78%, de 22,77% no exercício de *elbow extension*. No exercício de *leg curl* com o membro esquerdo, apesar de se ter verificado uma variação no sentido do ganho de força de 24,92%, o mesmo não se verificou no membro direito. Apesar de os achados em M (0) e M (2) serem aproximados, verificou-se, na medição à sexta semana, uma redução do valor do RM teórico. É possível visualizar a variação dos valores de 1 RM teórico no gráfico 2 e, destacar o ganho de força no exercício de *leg extension*, com uma importante variação.

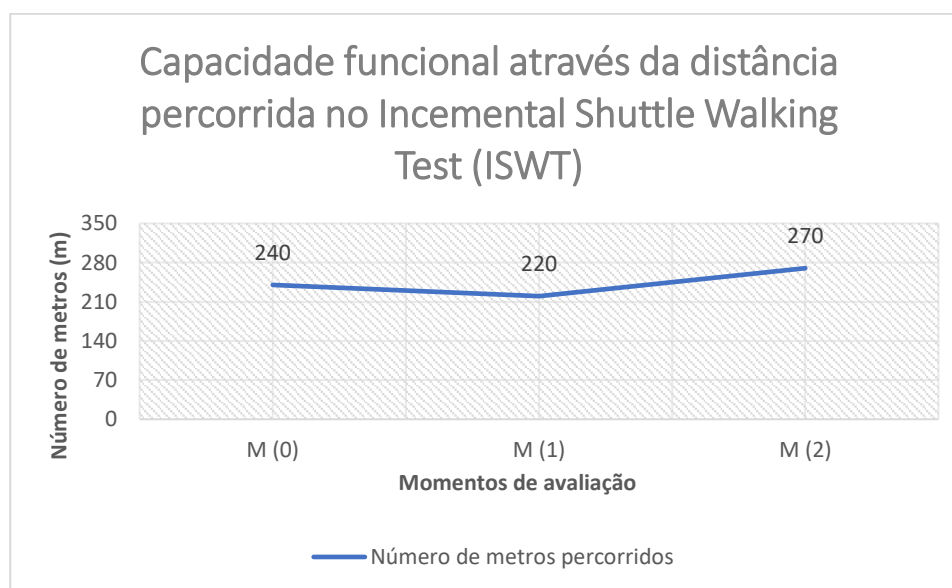


Gráfico 1- Registo do número de metros percorridos no ISWT, ao longo do protocolo

Progressão do cálculo de 1RM teórico

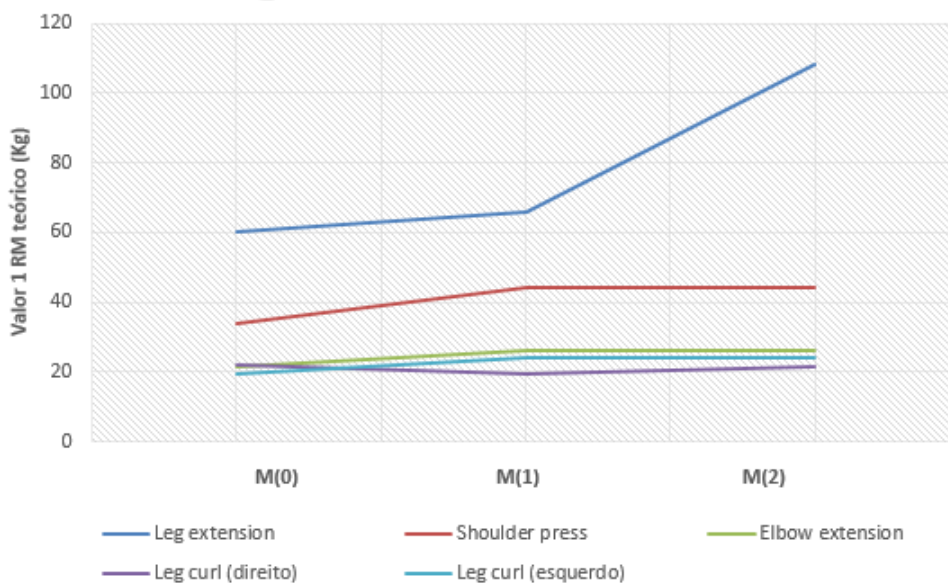


Gráfico 2- Registo do valor 1 RM teórico ao longo do decorrer do protocolo

Durante a aplicação do protocolo, foi possível verificar com alguma consistência, a diminuição da PAS e da PAD imediatamente após o protocolo de BFRE, comparativamente à medição basal antes do início da sessão (Anexo 5). Compatível com o observado no gráfico 3, os valores da PAS e da PAD após a realização do protocolo parecem ser, ao longo do protocolo, inferiores aos valores basais antes da sessão.

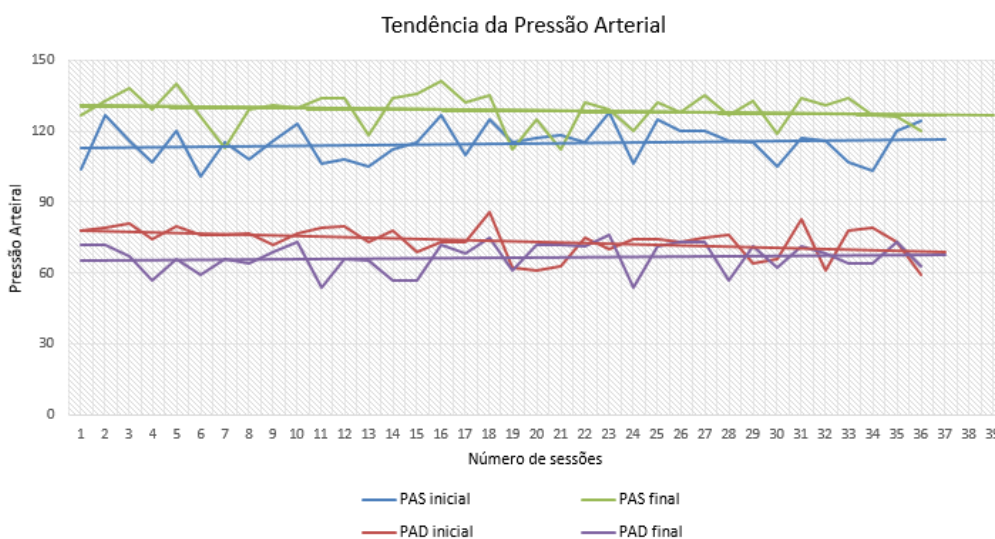


Gráfico 3- Tendência da Pressão arterial sistólica (PAS) e da Pressão arterial diastólica (PAD) intra-sessão.

Registou-se uma variação intra-sessão média da PAS e da PAD compatível com $-14 \pm 9,13$ e $-7 \pm 9,02$, respetivamente.

Tabela 5– Variação da Pressão Arterial intra-sessão

	Média \pm SD	95% IC	Máximo	Mínimo
Variação da PAS intra-sessão (mmHg)	$-14 \pm 9,13$	2,98	-27	6
Variação da PAD intra-sessão (mmHg)	$-7 \pm 9,02$	2,94	-25	11

DP = Desvio Padrão; IC = Intervalo de coeficiente; Máximo = valor máximo; Mínimo = valor Mínimo; Pressão arterial sistólica = PAS; Pressão arterial diastólica = PAD

7. Discussão

O presente estudo teve como principal objetivo registrar os outcomes funcionais, a qualidade de vida relacionada com a condição de saúde, a severidade da percepção de sintomas e o nível de atividade física num indivíduo com DPOC após integrar um protocolo de Blood Flow Restriction Exercise (BFRE) no contexto de um programa de reabilitação respiratória.

O protocolo parece ter induzido melhorias na capacidade funcional, nomeadamente da força muscular e da capacidade de exercício. Apesar de não se verificar nenhuma modificação na percepção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares nem mesmo na severidade da dispneia, ocorreu uma melhoria na qualidade de vida relativa à condição pulmonar crónica. A melhoria da qualidade de vida verificou-se devido à diminuição da limitação percebida em atividades que requerem um esforço físico considerável (um dos tópicos da escala QCD). Ao longo do protocolo, o indivíduo demonstrou, através da percepção subjetiva de esforço, muita tolerância ao exercício, pelo que, o principal fator limitante à progressão da Pressão de oclusão arterial (POA) e/ou da carga imposta, foi o intervalo da frequência cardíaca de reserva (HRR).

Verificou-se uma melhoria da capacidade funcional relativa à marcha, compatível com um aumento da distância percorrida, no final do programa. Ainda assim, este aumento ficou aquém da diferença mínima importante (DMI). Para a condição de DPOC, a DMI no ISWT é considerada significativa se se encontrar entre 35 e 36,1 metros (Evans & Singh, 2019). Por outro lado, uma variação superior a 47,5 metros poderá estar associada a uma classificação compatível com "ligeiramente melhor", se o resultado fosse superior a este (S. J. Singh et al., 2008). A obstrução das vias aéreas tem um impacto funcional significativo no adulto mais velho e na distância percorrida. Um estudo realizado por Dyer et al., (2002) incluiu uma amostra com pessoas idosas de idade superior a 70 anos. No grupo experimental foram alocados indivíduos com limitação crónica do fluxo aéreo e, no grupo de controlo, indivíduos sem limitação da função ou doença respiratória. No grupo experimental a média da distância percorrida no ISWT foi de $177,7 \pm 14,6$ metros e, na população sem doença respiratória a média foi de $243,3 \pm 21,4$ metros. Por conseguinte, o presente utente apresenta uma distância superior à média obtida em ambos os grupos, o que parece

indicar uma boa capacidade de funcional tendo em consideração a idade e a condição pulmonar crónica. No entanto, seria necessário, ter em consideração as comorbilidades do grupo de controlo e a severidade da obstrução pulmonar do grupo experimental, uma vez que a distância percorrida e o VEMS1, ainda que fraca, apresentam uma correlação significativa (Dyer et al., 2002).

Ocorreu uma melhoria na capacidade de exercício e na força dos membros inferiores medido através do número de repetições no teste do 1mSTS. Apesar do aumento de 2 repetições no final do protocolo, o presente caso não atingiu a DMI, definida como uma variação de três repetições (Crook et al., 2017).

De facto, uma vez que o 1mSTS permite inferir a força muscular dos membros inferiores era esperado um resultado compatível com a variação registada no cálculo de 1 RM teórico no exercício de *leg extension*. Segundo Crook et al., (2017) existe uma correlação moderada a forte entre o número de repetições e a força do quadríceps, principal músculo envolvido no exercício mencionado (Varović et al., 2021). Christiansen et al (2019) aplicou um protocolo de treino aeróbio intervalado de cicloergómetro com o BFRE, apenas num dos membros inferiores, e verificou que os ganhos foram superiores comparativamente ao membro contralateral, com a mesma carga externa, sem BFR. Este autor afirma que a regulação otimizada da libertação de potássio (K⁺) é um fator chave da ação do BFR. A diminuição da sua acumulação na região da coxo-femoral parece estar associada a uma alteração da função antioxidante, a uma maior abundância de sódio (Na⁺), de K⁺ e de adenosinatrifosfatases (ATPases) nas fibras musculares do tipo I (β 1, FXYD1) e tipo II (α 1, FXYD1). A adaptação específica nas fibras musculares no membro que realizou exercício com o BFR, parece ser explicado pelo maior *stress* celular local e, conseqüentemente, por iniciar uma cascata de mecanismos que aumenta a excitabilidade das vias de sinalização que regulam a quantidade de Na⁺, de K⁺ e de ATPases (Christiansen et al., 2019). Acoplado ao mecanismo descrito, no primeiro minuto de exercício, há um rápido aumento de fluxo sanguíneo, o que pode aumentar a permeabilidade do K⁺ e, facilitar o equilíbrio do gradiente transmembranar (Christiansen et al., 2019). No seguimento da comparação dos valores de 1 RM teórico entre os vários exercícios, o descrito anteriormente poderá justificar uma notória melhoria da força muscular do leg extension comparativamente aos restantes grupos

musculares que evidenciaram uma melhoria mais discreta da força muscular. O descrito anteriormente poderá ter ocorrido no presente estudo, por ter sido implicado um grande estímulo no músculo quadríceps, secundário tanto ao treino de força como do treino aeróbio no cicloergómetro. Em forma de sugestão para futuros trabalhos, seria pertinente acoplar o treino aeróbio em cicloergómetro de membros superiores e analisar o impacto deste no cálculo do 1 RM teórico nos exercícios dos membros superiores.

Relativamente à percepção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares assim como, à severidade da dispneia não se verificaram melhorias. Apesar de não se verificar uma melhoria clinicamente relevante, descrita como uma variação de três pontos após um programa de reabilitação, o indivíduo manteve a classificação compatível com a menor percepção de sintomas, score 7 na CAT (Houben-wilke et al., 2018). Uma vez que a avaliação de sintomas pulmonares e extra-pulmonares implica o respetivo impacto da condição na vida-diária, os tópicos identificados pelo indivíduo, com classificação superior a 3, podem estar diretamente relacionados com o grau de obstrução e não serem passíveis de serem modificáveis (Huang et al., 2015). Por exemplo, a sensação de falta de ar a subir um lance de escadas ou uma ladeira parece ser o parâmetro predominante em indivíduos com severidade moderada (Houben-wilke et al., 2018). Esta limitação, apesar de poder depender da capacidade de exercício, pode ser, no presente caso, dependente da severidade dos parâmetros da espirometria, sustentada pela modesta correlação entre o FEV1 e a severidade da dispneia assim como, da percepção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares, limitando o potencial de melhoria após um programa de reabilitação (Huang et al., 2015). Desta forma, parece possível obter uma melhoria na capacidade de exercício sem que haja uma repercussão na percepção de sintomas pulmonares e extra-pulmonares.

Por outro lado, a GOLD recomenda que um total superior ou igual a 10 na CAT ou superior ou igual a 2 na MRC constitua o critério para a classificação B, congruente com uma maior percepção de sintomas. No entanto, segundo Kim et al., (2013) o score de 10 pontos na CAT é compatível com uma pontuação de 1 na MRC, da mesma forma, que outras referências como Huang et al (2015) questionam a correlação entre a pontuação da CAT e da MRC, uma vez que não se verifica uma equivalência forte entre

as pontuações descritas na GOLD. Estes achados comprometem o *cut-off* descrito na GOLD e reforçam a necessidade de desenvolver um *outcome*, ou ajustar os *cut-offs* definidos, de forma a incluir uma resposta multidimensional que permita abranger a complexidade da patologia (Houben-wilke et al., 2018).

Relativamente à qualidade de vida, relacionada à condição de saúde, registou-se uma melhoria após final do programa/protocolo. A variação de - 0,5, no presente caso, ultrapassa o valor estimado do DMI, definido como -0,4, após o programa de reabilitação (Kocks et al., 2006). Esta melhoria, traduz-se, segundo o utente, numa menor perceção de cansaço durante as atividades diárias.

A medição dos sinais vitais, nomeadamente da PA, foi realizada antes do início da sessão e, no fim da mesma, imediatamente após terminar o treino de cicloergómetro. Apesar de não ser objetivo específico do presente estudo, verificou-se uma variação intra-sessão média da PAS e da PAD compatível com uma diminuição de $14 \pm 9,13$ e $7 \pm 9,02$, respetivamente. Um estudo realizado por Kambic (2020) descreve que foi aplicado um treino de força que consistiu em exercícios de leg extension e leg curl, 3 séries, cada série com 8, 10 e 12 repetições a 30-40% 1 RM, durante 8 semanas. O treino aeróbio aplicado foi 60-80% da FC máxima durante 35 minutos, 3 vezes semana, sem BFR. No fim do exercício, a FC, a PAS e a PAD foram significativamente menores do que as medidas após cada série (Cahalin et al., 2022). Da mesma forma, Alpsoy, S. (2020) verificou que, após uma sessão de exercício, a PAS diminui e pode perdurar até às 24 horas após o exercício, designada como hipotensão pós-exercício. A realização de treino aeróbio, sem BFR, por 30 minutos, ao longo do dia, permite uma diminuição de 5 mmHg da PAS (Alpsoy, S., 2020). A alteração da homeostasia entre o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP) consequente do aumento da atividade do SNS e diminuição do SNP, em repouso, é descrita como disfunção do sistema nervoso autónomo (SNA) e é comumente observada em adultos mais velhos (Giunta et al., 2024). Segundo Monahan, (2007) a sensibilidade da resposta barorreflexa cardiovagal está inversamente e linearmente correlacionada com a idade dos indivíduos. A diminuição da compliance arterial, associado à idade, pode reduzir o estímulo aferente (estiramento arterial carotídeo) aplicado aos barorreceptores, durante uma determinada alteração da PA, e atenuar a resposta cardíaca (Monahan, 2007).

Durante o exercício de BFR, a pressão implica oclusão do retorno venoso, um fluxo sanguíneo arterial turbulento, aumento do *stress* metabólico e o recrutamento de fibras de contração rápida no músculo-esquelético (Horiuchi & Okita, 2012). No final do exercício, a reperfusão isquémica induzida pelo esvaziamento da *cuff* estimula as forças de cisalhamento, seguida de uma maior vasodilatação e/ou aumento do fluxo sanguíneo para o local que estava previamente sobre efeito de oclusão.

Uma vez que pode ocorrer uma resposta hiperémica secundária ao aumento das forças de cisalhamento e induzir vasodilatação periférica (Horiuchi & Okita, 2012), acoplada a uma possível diminuição da compliance vascular e consequente alteração da resposta barorreflexa cardiovagal, associada ao processo de envelhecimento pode justificar a diminuição da PAS imediatamente após o exercício (Monahan, 2007). Importa referir que o protocolo chegou a ser interrompido pela presença de tonturas e, no seguimento do descrito anteriormente, surge como hipótese que o presente utente não tenha conseguido regular a resposta barorreflexa cardiovagal periférica durante o exercício.

Inicialmente, foi descrito como hipótese que a metodologia de intervenção proposta pudesse ser destinada a utentes cuja perceção de dispneia não permita: tolerar a tipologia aeróbia contínua; aplicar o treino intervalado em casos cujos picos de trabalho não são tolerados e, consequente o ajuste para uma intensidade menor não seja suficiente para gerar adaptações significativas a nível muscular periférico. No entanto, no presente caso, a perceção de dispneia não foi o principal fator de intolerância ao exercício ainda que, pelo grau de obstrução, fosse o esperado. A FC basal do utente rondava os 100 bpm pelo que, em exercício, a margem de variação da FC foi o fator limitante de progressão, para que se mantivesse dentro do intervalo determinado (30–50% HRR). Deste modo, apesar de o BFRE poder ter a sua pertinência na melhoria dos *outcomes* funcionais e da qualidade de vida na DPOC severa, esta abordagem deve ser considerada em situações cuja realização do treino intervalado com intensidade moderada a alta, seja limitada pela significativa perceção de dispneia e fadiga muscular.

8. Limitações

O presente estudo de caso, justamente pela sua natureza como método de investigação, impede a extrapolação e limita a validade externa dos resultados.

Às 6 semanas do protocolo, o presente caso apresentou uma agudização pulmonar, sem necessidade de hospitalização mas que exigiu a realização de antibioterapia. Este episódio poderá ter comprometido os resultados em M (1) e, consequentemente subestimar as melhorias detetadas em M (2). A realização de treino aeróbio, assim como, de treino de força com BFRE não permite distinguir a contribuição de cada um dos protocolos para os ganhos registados. Por outro lado, a prescrição do treino de força, assim como a aferição dos ganhos de força, através de métodos teóricos indiretos, pode limitar tanto a assertividade da carga aplicada durante o treino, assim como, não é possível determinar de forma exata os ganhos. Por fim, uma vez que não se esperava verificar o padrão da PA após o exercício, esta medição não foi feita entre séries nem antes do treino em cicloergómetro. A medição mais frequente poderia enriquecer os resultados assim como, servir como mais um registo para futuros trabalhos de investigação.

9. Forças

Da mesma forma que, para além da implementação do BFRE na condição pulmonar obstrutiva crónica e na insuficiência cardíaca, tópico cada vez mais explorado na literatura pelo contributo do BFRE na função endotelial, este método pode constituir também uma opção de intervenção em mais condições clínicas cardiovasculares, nomeadamente na Hipertensão arterial.

A tipologia do estudo desenvolvido permite acautelar de forma mais atenta e analisar de forma mais profunda todo o historial clínico do indivíduo e, consequentemente adaptar de forma específica as nuances do protocolo e respetivas progressões.

10. Conclusão

Após integrar um protocolo de Blood Flow Restriction Exercise (BFRE) no contexto de um programa de reabilitação respiratória, num paciente com DPOC severa, registaram-se ganhos na capacidade funcional e na força muscular, principalmente do

músculo quadricípite, verificando-se também uma melhoria na percepção de qualidade de vida relativa ao estado de saúde.

A natureza do presente trabalho não tem especial interesse no que consiste à extrapolação dos resultados para a prática clínica, no entanto, irá contribuir para futuros trabalhos de investigação e, para a uniformização de um protocolo de BFRE em pessoas com DPOC. Seria importante desenvolver futuros estudos de forma a determinar, através de critérios de carácter clínico, em que situações esta modalidade deve ser considerada, assim como, determinar por que período seria aplicável, dentro do programa de reabilitação, com o objetivo final de potenciar ao máximo a funcionalidade e participação do indivíduo.

Por último e, em concordância com os restantes trabalhos realizados com o BFRE, surge a necessidade de criar critérios uniformizados de forma a garantir a segurança e, compreender, os possíveis malefícios da técnica através de biópsias dos grupos musculares envolvidos e recolhas sanguíneas.

Referências Bibliográficas

- American College of Sports Medicine. (2021). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia :Lippincott Williams & Wilkins,
- Alpsoy, Ş. (2020). Exercise and Hypertension. 10.1007/978-981-15-1792-1_10.
- Abdul-Hameed, U., Rangra, P., Shareef, M. Y., & Hussain, M. E. (2012). Reliability of 1-repetition maximum estimation for upper and lower body muscular strength measurement in untrained middle aged type 2 diabetic patients. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(4), 267–273. <https://doi.org/10.5812/asjasm.34549>
- Bennett, H., & Slattery, F. (2019). *Effects of blood flow restriction training on aerobic capacity and performance: A systematic review*. www.nscs.com
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88–90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- C Dyer, S J Singh, R A Stockley, A J Sinclair, S. L. H. (2002). *The incremental shuttle walking test in elderly people with chronic airflow limitation*. *i(Vc)*, 34–38.
- Cahalin, L. P., Formiga, M. F., Owens, J., Anderson, B., & Hughes, L. (2022). Beneficial Role of Blood Flow Restriction Exercise in Heart Disease and Heart Failure Using the Muscle Hypothesis of Chronic Heart Failure and a Growing Literature. *Frontiers in Physiology*, 13(July), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.924557>
- Calverley, P. M. A. (2006). Exercise and dyspnoea in COPD. *European Respiratory Review*, 15(100), 72–79. <https://doi.org/10.1183/09059180.00010004>
- Christiansen, D., Eibye, K. H., Rasmussen, V., Voldbye, H. M., Thomassen, M., Nyberg, M., Gunnarsson, T. G. P., Skovgaard, C., Bangsbo, J., Lindskrog, M. S., Bishop, D. J., & Hostrup, M. (2019). *Cycling with blood flow restriction improves performance and muscle K⁺ regulation and alters the effect of anti-oxidant infusion in humans*. 9, 2421–2444. <https://doi.org/10.1113/JP277657>
- Cristina-Oliveira, M., Meireles, K., Spranger, M. D., O'Leary, D. S., Roschel, H., & Peçanha, T. (2020). Clinical safety of blood flow-restricted training?: A comprehensive review of altered muscle metaboreflex in cardiovascular disease during ischemic exercise. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 318(1), H90–H109. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00468.2019>
- Crook, S., Büsching, G., Schultz, K., Leibert, N., Jelusic, D., Keusch, S., Wittmann, M., Schuler, M.,

- Radtke, T., Frey, M., Turk, A., Puhan, M. A., & Frei, A. (2017). A multicentre validation of the 1-min sit-to-stand test in patients with COPD. *European Respiratory Journal*, *49*(3), 1–11. <https://doi.org/10.1183/13993003.01871-2016>
- Emtner, M. I., Arnardottir, H. R., Hallin, R., Lindberg, E., & Janson, C. (2007). Walking distance is a predictor of exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Medicine*, *101*(5), 1037–1040. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.09.020>
- Evans, R. A., & Singh, S. J. (2019). Minimum important difference of the incremental shuttle walk test distance in patients with COPD. *Thorax*, *74*(10), 994–995. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2018-212725>
- Gimeno-Santos, E., Frei, A., Steurer-Stey, C., De Batlle, J., Rabinovich, R. A., Raste, Y., Hopkinson, N. S., Polkey, M. I., Van Remoortel, H., Troosters, T., Kulich, K., Karlsson, N., Puhan, M. A., & Garcia-Aymerich, J. (2014). Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: A systematic review. *Thorax*, *69*(8), 731–739. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204763>
- Giunta, S., Xia, S., Pelliccioni, G., & Olivieri, F. (2024). Autonomic nervous system imbalance during aging contributes to impair endogenous anti-inflammaging strategies. *GeroScience*, *46*(1), 113–127. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00947-7>
- Gloeckl, R., Marinov, B., & Pitta, F. (2013). Practical recommendations for exercise training in patients with COPD. *European Respiratory Review*, *22*(128), 178–186. <https://doi.org/10.1183/09059180.00000513>
- GOLD. (2023). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung. *A Guide for Health Care Professionals*, *1*(3), 261–266.
- Horiuchi, M., & Okita, K. (2012). Blood flow restricted exercise and vascular function. *International Journal of Vascular Medicine*, *2012*. <https://doi.org/10.1155/2012/543218>
- Houben-wilke, S., Janssen, D. J. A., Franssen, F. M. E., Vanfleteren, L. E. G. W., Wouters, E. F. M., & Spruit, M. A. (2018). Contribution of individual COPD assessment test (CAT) items to CAT total score and effects of pulmonary rehabilitation on CAT scores. *4*, 1–8.
- Huang, W. C., Wu, M. F., Chen, H. C., Hsu, J. Y., Tsai, Y. H., Tao, C. W., Cheng, S. L., Lee, C. H., Kuo, P. H., Wu, Y. K., Chen, N. H., Hsu, W. H., Hsu, J. Y., Lin, M. S., Wang, C. C., & Wei, Y. F. (2015). Features of COPD patients by comparing CAT with mMRC: A retrospective, cross-sectional study. *Npj Primary Care Respiratory Medicine*, *25*(April).

- <https://doi.org/10.1038/njpcrm.2015.63>
- Huang, W., Wu, M., Chen, H., Hsu, J., & Group, T. (2015). *Features of COPD patients by comparing CAT with mMRC: a retrospective , cross-sectional study. April.* <https://doi.org/10.1038/njpcrm.2015.63>
- Kim, S., Oh, J., Kim, Y. Il, Ban, H. J., Kwon, Y. S., Oh, I. J., Kim, K. S., Kim, Y. C., & Lim, S. C. (2013). Differences in classification of COPD group using COPD assessment test (CAT) or modified Medical Research Council (mMRC) dyspnea scores: A cross-sectional analyses. *BMC Pulmonary Medicine, 13*(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-35>
- Kocks, J. W. H., Tuinenga, M. G., Uil, S. M., van den Berg, J. W. K., Ståhl, E., & van der Molen, T. (2006). Health status measurement in COPD: The minimal clinically important difference of the clinical COPD questionnaire. *Respiratory Research, 7*(i), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1465-9921-7-62>
- Kohlbrenner, D., Aregger, C., Osswald, M., Sievi, N. A., & Clarenbach, C. F. (2021). Blood-Flow-Restricted Strength Training Combined With High-Load Strength and Endurance Training in Pulmonary Rehabilitation for COPD: A Case Report. *Physical Therapy, 101*(6), 1–6. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab063>
- Kon, S. S. C., Dilaver, D., Mittal, M., Nolan, C. M., Clark, A. L., Canavan, J. L., Jones, S. E., Polkey, M. I., & Man, W. D. C. (2014). The clinical copd questionnaire: Response to pulmonary rehabilitation and minimal clinically important difference. *Thorax, 69*(9), 793–798. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204119>
- Monahan, K. D. (2007). Effect of aging on baroreflex function in humans. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology, 293*(1). <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00031.2007>
- Paluch, A. E., Bajpai, S., Bassett, D. R., Carnethon, M. R., Ekelund, U., Evenson, K. R., Galuska, D. A., Jefferis, B. J., Kraus, W. E., Lee, I. M., Matthews, C. E., Omura, J. D., Patel, A. V., Pieper, C. F., Rees-Punia, E., Dallmeier, D., Klenk, J., Whincup, P. H., Dooley, E. E., ... Fulton, J. E. (2022). Daily steps and all-cause mortality: a meta-analysis of 15 international cohorts. *The Lancet Public Health, 7*(3), e219–e228. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00302-9](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00302-9)
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology,

- application, and safety. *Frontiers in Physiology*, 10(MAY), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Pereira-Neto, E. A., Lewthwaite, H., Boyle, T., Johnston, K., Bennett, H., & Williams, M. T. (2021). Effects of exercise training with blood flow restriction on vascular function in adults: A systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 7, 1–21.
<https://doi.org/10.7717/peerj.11554>
- Postiaux, P. (2021). Précis de physiothérapie respiratoire. Elsevier Masson.
- Silva, L. (2012). Validação Do Questionário Clínico Para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (Ccq) Para a Língua. *Escola Superior de Enfermagem Do Porto*.
- Singh, S. J., Jones, P. W., Evans, R., & Morgan, M. D. L. (2008). Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. *Thorax*, 63(9), 775–777.
<https://doi.org/10.1136/thx.2007.081208>
- Singh, Sally J., Morgan, M. D. L., Scott, S., Walters, D., & Hardman, A. E. (1992). Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*, 47(12), 1019–1024. <https://doi.org/10.1136/thx.47.12.1019>
- Singh, Sally J., Puhan, M. A., Andrianopoulos, V., Hernandez, N. A., Mitchell, K. E., Hill, C. J., Lee, A. L., Camillo, C. A., Troosters, T., Spruit, M. A., Carlin, B. W., Wanger, J., Pepin, V., Saey, D., Pitta, F., Kaminsky, D. A., McCormack, M. C., MacIntyre, N., Culver, B. H., ... Holland, A. E. (2014). An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: Measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*, 44(6), 1447–1478.
<https://doi.org/10.1183/09031936.00150414>
- Spence, J. G., Brincks, J., Løkke, A., Neustrup, L., & Østergaard, E. B. (2023). One-minute sit-to-stand test as a quick functional test for people with COPD in general practice. *Npj Primary Care Respiratory Medicine*, 33(1), 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41533-023-00335-w>
- Spruit, M. A., Burtin, C., De Boever, P., Langer, D., Vogiatzis, I., Wouters, E. F. M., & Franssen, F. M. E. (2016). COPD and exercise: does it make a difference? *Breathe*, 12(2), e38–e49.
<https://doi.org/10.1183/20734735.003916>
- Tanaka, Y., & Takarada, Y. (2018). The impact of aerobic exercise training with vascular occlusion in patients with chronic heart failure. *ESC Heart Failure*, 5(4), 586–591.
<https://doi.org/10.1002/ehf2.12285>
- Vaidya, T., de Bisschop, C., Beaumont, M., Ouksel, H., Jean, V., Dessables, F., & Chambellan, A.

- (2016). Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the impact of pulmonary rehabilitation? Determination of the minimal important difference in COPD. *International Journal of COPD*, *11*(1), 2609–2616. <https://doi.org/10.2147/COPD.S115439>
- Valério, M. P., Ribeiro, S., Cardoso, C. S., Machado, J., Costa, J., Rodrigues, C., & Rebelo-Marques, A. (2022). European Portuguese Language and Cultural Validation of the Chronic Obstructive Pulmonary Disease Assessment Test. *Acta Medica Portuguesa*, *35*(10), 738–742. <https://doi.org/10.20344/amp.15343>
- Varović, D., Žganjer, K., Vuk, S., & Schoenfeld, B. J. (2021). Drop-set training elicits differential increases in non-uniform hypertrophy of the quadriceps in leg extension exercise. *Sports*, *9*(9). <https://doi.org/10.3390/sports9090119>
- Wernbom, M., Schoenfeld, B. J., Paulsen, G., Bjørnsen, T., Cumming, K. T., Aagaard, P., Clark, B. C., & Raastad, T. (2020). Commentary: Can Blood Flow Restricted Exercise Cause Muscle Damage? Commentary on Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, *11*(March). <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00243>
- Yousif, N., Cole, J., Rothwell, J. C., Diedrichsen, J., Zelik, K. E., Winstein, C. J., Kay, D. B., Wijesinghe, R., Protti, D. A., Camp, A. J., Quinlan, E., Jacobs, J. V., Henry, S. M., Horak, F. B., Jacobs, J. V., Fraser, L. E., Mansfield, A., Harris, L. R., Merino, D. M., ... Dublin, C. (2018). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析
Title. *Journal of Physical Therapy Science*, *9*(1), 1–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.010><http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2014.07.001><https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.08.006><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582474><https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.007><https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.007>
- Zhou, Z., Zhou, A., Zhao, Y., & Chen, P. (2017). Evaluating the Clinical COPD Questionnaire: A systematic review. *Respirology*, *22*(2), 251–262. <https://doi.org/10.1111/resp.12970>

Anexo 1- Questionário Clínico da DPOC (QCD)

Número do doente: _____
Data: _____

QUESTIONÁRIO CLÍNICO PARA A DOENÇA PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (DPOC)							
Por favor, faça um círculo à volta do número da resposta que melhor descreve como se tem sentido nas últimas 24 horas. (Só uma resposta para cada questão).							
Em média, nas últimas 24 horas, com que frequência se sentiu:	nunca	quase nunca	algumas vezes	bastantes vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	quase sempre
1. com falta de ar quando não está a fazer nenhuma actividade física?	0	1	2	3	4	5	6
2. com falta de ar quando faz actividades que requerem esforço físico?	0	1	2	3	4	5	6
3. preocupado(a) em ficar constipado ou que a sua respiração piorasse?	0	1	2	3	4	5	6
4. triste (em baixo) devido aos seus problemas respiratórios?	0	1	2	3	4	5	6
Em geral, nas últimas 24 horas, com que frequência:							
5. tossiu?	0	1	2	3	4	5	6
6. teve expectoração?	0	1	2	3	4	5	6
Em média, nas últimas 24 horas, até que ponto se sentiu limitado(a) nestas actividades devido aos seus problemas respiratórios:	nada limitado(a)	muito ligeiramente limitado(a)	ligeiramente limitado(a)	moderadamente limitado(a)	muito limitado(a)	extremamente limitado(a)	totalmente limitado(a) ou incapaz de as fazer
7. actividades que requerem um esforço físico considerável (tais como subir escadas, apressar-se, fazer desporto)?	0	1	2	3	4	5	6
8. actividades físicas moderadas (tais como andar, fazer tarefas em casa, carregar coisas)?	0	1	2	3	4	5	6
9. actividades diárias em casa (tais como vestir-se, lavar-se)?	0	1	2	3	4	5	6
10. actividades sociais (tais como conversar, estar com crianças, visitar amigos/familiares)?	0	1	2	3	4	5	6

¹⁰ O CCQ encontra-se protegido por direitos de autor não podendo ser alterado, vendido (em papel ou formato electrónico), traduzido ou adaptado para outro meio sem autorização de T. van der Molen, Dept. of General Practice, University Medical Center Groningen, Postbus 196, 9700 AD Groningen, The Netherlands.

Anexo 2- Teste de avaliação da DPOC (CAT)



O 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 a si e ao seu profissional de saúde a medir o impacto que a DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica) está a ter no seu bem estar e no seu quotidiano. As suas respostas e a pontuação do teste podem ser utilizadas por si e pelo seu profissional de saúde para ajudar a melhorar a gestão da sua DPOC e a obter o máximo benefício do tratamento.

Para cada um dos Itens a seguir, assinale com um (X) o quadrado que melhor o descreve presentemente. Certifique-se **que selecciona** apenas uma resposta para cada pergunta.

Por exemplo: Estou muito feliz Estou muito triste

		PONTUAÇÃO
Nunca tenho tosse	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Estou sempre a tossir <input type="checkbox"/>
Não tenho nenhuma expectoração (catarro) no peito	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	O meu peito está chelo de expectoração (catarro) <input type="checkbox"/>
Não sinto nenhum aperto no peito	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sinto um grande aperto no peito <input type="checkbox"/>
Não sinto falta de ar ao subir uma ladeira ou um lance de escadas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Quando subo uma ladeira ou um lance de escadas sinto bastante falta de ar <input type="checkbox"/>
Não sinto nenhuma limitação nas minhas actividades em casa	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sinto-me muito limitado nas minhas actividades em casa <input type="checkbox"/>
Sinto-me confiante para sair de casa, apesar da minha doença pulmonar	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Não me sinto nada confiante para sair de casa, por causa da minha doença pulmonar <input type="checkbox"/>
Durmo bem/profundamente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Não durmo bem/profundamente devido à minha doença pulmonar <input type="checkbox"/>
Tenho muita energia	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Não tenho nenhuma energia <input type="checkbox"/>

PONTUAÇÃO TOTAL

O Teste de Avaliação da DPOC (COPD Assessment Test) e o logótipo CAT é uma marca comercial do grupo de empresas GlaxoSmithKline.
© 2009 GlaxoSmithKline. Todos os direitos reservados.

Anexo 3–Escala da Dispneia– Medical Research Council

Questionário de dispneia (Medical Research Council Dyspnoea Questionnaire)

Nome:..... Data: / /

GRAU 1 Sem problemas de falta de ar excerto em caso de exercício intenso. <i>"Só sinto falta de ar em caso de exercício físico intenso".</i>	<input type="checkbox"/>
GRAU 2 Falta de fôlego em caso de pressa ou ao percorrer um piso ligeiramente inclinado. <i>"Fico com falta de ar ao apressar-me ou ao percorrer um piso ligeiramente inclinado".</i>	<input type="checkbox"/>
GRAU 3 Andar mais devagar que as restantes pessoas devido a falta de fôlego, ou necessidade de parar para respirar quando ando no seu passo normal. <i>"Eu ando mais devagar que as restantes pessoas devido à falta de ar, ou tenho de parar para respirar quando ando no meu passo normal".</i>	<input type="checkbox"/>
GRAU 4 Paragens para respirar de 100 em 100 metros ou após andar alguns minutos seguidos. <i>"Eu paro para respirar depois de andar 100 metros ou passado alguns minutos".</i>	<input type="checkbox"/>
GRAU 5 Demasiado cansado ou sem fôlego para sair de casa, vestir ou despir. <i>"Estou sem fôlego para sair de casa".</i>	<input type="checkbox"/>

Anexo 4– Registo dos momentos três momentos de avaliação

Instrumentos de avaliação / Momentos de avaliação	M (0) –29 Janeiro	M (1) – 11 Março	M (2) – 13 Maio
Sinais Vitais (repouso)	PA: 115/64 mmHg; FC:96 bpm; SpO2: 94%; Borg:0/0	PA: 112/62 mmHg; FC:100 bpm; SpO2: 94%; Borg: 0/0	PA: 130/73 mmHg; FC: 98 bpm; SpO2: 93%; Borg: 0/0
Pedómetro	Média: 4579 passos/dia		Média: 2188 passos/dia
ISWT	Nível 5/ 6 voltas Número de metros: 240 m Critério de paragem: Não concluir uma volta a tempo do marcador sonoro seguinte (> 0,5m). <u>Sinais Vitais (pós-avaliação)</u> PA: 134/75 mmHg; FC:132 bpm; SpO2: 90%; Borg: 4/4	Nível 5/ 4 voltas Número de metros: 220 m Critério de paragem: Não concluir uma volta a tempo do marcador sonoro seguinte (> 0,5m). <u>Sinais Vitais (pós-avaliação)</u> PA: 125/75 mmHg; FC:132 bpm; SpO2: 92%; Borg: 3/5	Nível 6/ 2 voltas Número de metros: 270 m Critério de paragem: Atingiu 85% da frequência cardíaca máxima. <u>Sinais Vitais (pós-avaliação)</u> PA: 135/75 mmHg; FC:142 bpm; SpO2: 94%; Borg: 4/5
1mSTS	20 Repetições <u>Sinais Vitais (pós-avaliação)</u>	21 Repetições <u>Sinais Vitais (pós-avaliação)</u>	22 Repetições <u>Sinais Vitais (pós-avaliação)</u>

	PA: 134/75 mmHg; FC:125 bpm; SpO2: 92%; Borg: 3/4 (dispneia/sensação de fadiga dos membros inferiores)	PA: 134/75 mmHg; FC:125 bpm; SpO2: 92%; Borg: 3/4	PA: 134/75 mmHg; FC:125 bpm; SpO2: 92%; Borg: 3/4
MRC	Grau 2/5		Grau 2/5
CAT	7/40		7/40
QCD	1,1/6		0,6/6
Cálculo do número de RM (Repetições máximas)	<i>Leg extension: 22rm com 25 Kg</i>	<i>Leg extension: 14rm com 42 Kg</i>	<i>Leg extension: 23rm com 42 Kg</i>
	<i>Arm press: 27rm com 16 Kg</i>	<i>Arm press: 10rm com 33 Kg</i>	<i>Arm press: 10rm com 33 Kg</i>
	<i>Elbow extension: 10rm com 16Kg</i>	<i>Elbow extension: 15rm com 16Kg</i>	<i>Elbow extension: 15rm com 16Kg</i>
	<i>Leg curl: -direito: 28rm com 8kg -esquerda: 30rm com 8Kg</i>	<i>Leg curl: -direito: 7rm com 16 kg -esquerda: 13rm com 16 kg</i>	<i>Leg curl: -direito: 10rm com 16 kg -esquerda: 13rm com 16kg</i>

Anexo 5- Registo dos valores da Pressão arterial sistólica e diastólica antes e no fim da sessão

Pressão Sistólica (inicial)	Pressão Sistólica (final)	Pressão Diastólica (inicial)	Pressão Diastólica (final)	Varição da Pressão Sistólica	Varição da Pressão Diastólica
127	104	78	72	-23	-6
133	127	79	72	-6	-7
138	116	81	67	-22	-14
129	107	74	57	-22	-17
140	120	80	66	-20	-14
126	101	76	59	-25	-17
113	115	76	66	2	-10
129	108	77	64	-21	-13
131	116	72	69	-15	-3
130	123	77	73	-7	-4
134	106	79	54	-28	-25
134	108	80	66	-26	-14
118	105	73	65	-13	-8
134	112	78	57	-22	-21
136	115	69	57	-21	-12
141	127	73	72	-14	-1
132	110	73	68	-22	-5
135	125	86	75	-10	-11
112	115	62	61	3	-1
125	117	61	72	-8	11
112	118	63	72	6	9
132	115	75	71	-17	-4
129	128	70	76	-1	6
120	106	74	54	-14	-20
132	125	74	71	-7	-3
128	120	73	73	-8	0

135	120	75	73	-15	-2
127	116	76	57	-11	-19
133	115	64	71	-18	7
119	105	66	62	-14	-4
134	117	83	71	-17	-12
131	116	61	68	-15	7
134	107	78	64	-27	-14
127	103	79	64	-24	-15
126	120	73	73	-6	0
120	124	59	63	4	4
