

Escola Superior de Desporto de Rio Maior

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO NA
COORDENAÇÃO MOTORA GROSSA E FINA EM IDOSOS
DESTREINADOS**

Dissertação

Mestrado em Atividade Física e Saúde

Nuno Alexandre Gravato Pereira Dias

Orientação:

Professor Doutor Marco António Colaço Branco

Professor Doutor Christophe Domingos

Abril, 2024

Agradecimentos

Foi o querer evoluir pessoal e profissionalmente que me fez iniciar esta etapa da minha vida. Uma etapa exigente que depois de concluída me proporciona um sentimento de dever cumprido e de mais uma decisão acertada na minha vida.

Esta dissertação não seria possível se não tivesse o apoio de várias pessoas e por isso quero enumerar todos aqueles que me foram fundamentais.

Em primeiro lugar, agradecer aos meus orientadores. Ao professor Christophe Domingos e ao professor Marco Branco, pela disponibilidade demonstrada durante todo o processo para me aconselharem e ajudarem. A minha intenção quando iniciei este Mestrado sempre foi ser orientado pelo professor Marco Branco, pelas qualidades profissionais e humanas que lhe reconheço e pela sua exigência que me motiva a trabalhar mais e melhor. Sem si isto não seria possível, muito obrigado!

Em segundo lugar, à minha entidade patronal e aos meus colegas de trabalho por me ajudarem e motivarem durante todo este percurso, principalmente a ti Rui, obrigado!

Em terceiro lugar, à minha família que sempre me apoiou e incentivou a dar mais este passo no meu percurso académico, é também por vocês que estou aqui, obrigado!

Em quarto lugar e não menos importante à minha namorada (e futura mulher!) pelo apoio incansável, pela motivação constante e pelo exemplo que és enquanto pessoa e futura médica! Amo-te!

Effects of a physical exercise program on fine and gross motor coordination in untrained elderly people

Abstract

Western Europe is among the most affected by fall-related injuries and mortality rates in the elderly (Haagsma et al., 2020). Falls in the elderly are currently a public health problem which, in addition to the associated financial costs, often make the elderly dependent on others and in turn leads to a greater number of institutionalizations. The aging process leads to a decline in functional fitness that contributes to the increased prevalence of falls in the elderly population and gait deterioration is largely accompanied by a decrease in muscle mass (Clemson et al., 2019) and loss or slowness of some cognitive functions (Oliveira et al., 2018).

This dissertation aims to verify the effects of a strength training program on untrained elderly people when performing gross motor coordination tasks (Walking and Sit-and-Stand test, Study 1) and fine motor coordination tasks (Finger Tapping Test, Study 2) and to analyze and interpret variations in coordination, through the use of inertial sensors, during the performance of these tasks.

The sample of this dissertation consists of 10 untrained subjects, seven females and three males, aged between 66 and 84 years. Participants were asked to perform three motor tasks: the Finger Tapping Test on both hands (5 attempts on each hand), 2' Outdoor Walking and the Sit-and-Stand Test. Inertial sensors were used in all tasks to collect the necessary data for each study, in order to apply intra-segmental motor coordination analysis measures.

The results of the studies showed that: i) applying a strength training program to untrained elderly people can improve gross and fine motor coordination and muscle strength levels in the elderly people and ii) the use of inertial sensors can have great applicability when aims to analyze fine motor coordination in tasks such as the Finger Tapping Test and gross motor coordination in tasks such as Walking and Sit-and-Stand Test, allowing a three-dimensional analysis of the entire movement to be carried out quickly and economically.

Keywords: aging; untrained elderly people; strength training; motor coordination; inertial sensors

Efeitos de um programa de exercício físico na coordenação motora fina e grossa em idosos destreinados

Resumo

A Europa Ocidental está entre as mais afetadas por lesões relacionadas a quedas e taxas de mortalidade em idosos (Haagsma et al., 2020). As quedas nos idosos são atualmente um problema de saúde pública que para além dos custos financeiros associados tornam os idosos muitas vezes dependentes de outrem e por sua vez levam a um maior número de institucionalizações. O processo de envelhecimento conduz a um declínio da aptidão funcional que contribui para o aumento da prevalência de quedas na população idosa e a deterioração da marcha é em grande parte acompanhada pela diminuição da massa muscular (Clemson et al., 2019) e perda ou lentidão de algumas funções cognitivas (Oliveira et al., 2018).

A presente dissertação pretende verificar os efeitos de um programa de treino de força em idosos destreinados na realização de tarefas de coordenação motora grossa (Marcha e Sentar-Levantar, Estudo 1) e de coordenação motora fina (*Finger Tapping Test*, Estudo 2) e analisar e interpretar as variações ao nível da coordenação, através do uso de sensores inerciais, durante a realização dessas mesmas tarefas.

A amostra desta dissertação é constituída por 10 sujeitos destreinados, sete do sexo feminino e três do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 66 e os 84 anos. Foi solicitado aos participantes que realizassem três tarefas motoras: o *Finger Tapping Test* em ambas as mãos (5 tentativas em cada mão), 2' de Marcha no exterior e o teste de Sentar-Levantar. Os sensores inerciais foram utilizados em todas as tarefas para recolher os dados necessários para cada estudo, de modo a serem aplicadas medidas de análise da coordenação motora intra-segmentar.

Os resultados dos estudos mostraram que: i) aplicar um programa de treino de força em idosos destreinados pode melhorar a coordenação motora grossa e fina e os níveis de força muscular dos idosos e ii) o uso de sensores inerciais pode ter uma grande aplicabilidade quando se pretende analisar a coordenação motora fina em tarefas como o *Finger Tapping Test* e a coordenação motora grossa em tarefas como a Marcha e o Sentar-Levantar, permitindo fazer uma análise tridimensional de todo o movimento de forma rápida e económica.

Palavras-Chave: envelhecimento; idosos destreinados; treino de força; coordenação motora; sensores inerciais.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Abstract	iv
Resumo	v
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tabelas	x
Capítulo I	1
Introdução Geral	1
1.1. Rationale da dissertação.....	2
1.2. Apresentação do Problema.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Organização do Trabalho	3
Capítulo II	4
EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO NA COORDENAÇÃO MOTORA INTRA-SEGMENTAR EM IDOSOS DESTREINADOS DURANTE A EXECUÇÃO DE DUAS TAREFAS DE MOTRICIDADE GROSSA	4
1. Introdução	5
2. Metodologia	7
2.1. Amostra	7
2.2. Procedimentos e Protocolos.....	8
2.3. Tratamento de Dados e Análise Estatística	11
3. Resultados	12
3.1. Progressão de carga no programa de treino de força.....	12
3.2. Sentar-Levantar.....	13
3.3. Marcha.....	17
4. Discussão	22
5. Conclusão	25

Capítulo III	26
<i>EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO NA COORDENAÇÃO MOTORA INTRA-SEGMENTAR EM IDOSOS DESTREINADOS DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA TAREFA DE MOTRICIDADE FINA</i>	26
1. Introdução	27
2. Metodologia	28
2.1. Amostra	28
2.2. Procedimentos	28
2.3. Tratamento de Dados e Análise Estatística	30
3. Resultados	31
3.1. Finger Tapping Test (FTT)	31
4. Discussão	37
5. Conclusão	39
Capítulo IV	40
<i>Discussão Geral</i>	40
1. Discussão Geral	41
2. Recomendações e Limitações	42
<i>Referências Bibliográficas</i>	44
Anexos	49

Índice de Figuras

Figura 2 - Posição do sensor inercial na Marcha.	8
Figura 1 - Posição do sensor inercial no teste de Sentar-Levantar.	8
Figura 3 - Eixos do sensor inercial.	9
Figura 4 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	13
Figura 5 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	14
Figura 6 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	15
Figura 7 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	16
Figura 8 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	17
Figura 9 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	18
Figura 10 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	19
Figura 11 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	20
Figura 12 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	21
Figura 13 - Posição do sensor inercial na tarefa de FTT.....	29
Figura 14 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita).....	31

Figura 15 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)..... 32

Figura 16 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)..... 33

Figura 17 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)..... 34

Figura 18 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)..... 35

Figura 19 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)..... 36

Índice de Tabelas

Tabela 1. Caracterização da Amostra.....	7
Tabela 2. Dados estatísticos dos testes de força submáxima para cada exercício e avaliação.	12
Tabela 3. Dados estatísticos do teste de Sentar-Levantar para cada avaliação.	12
Tabela 4. Caracterização da Amostra.....	28

Capítulo I

Introdução Geral

1.1. Rationale da dissertação

O envelhecimento da população mundial está a ocorrer a um ritmo bastante elevado. Considerando os números previstos pelas Nações Unidas, que indicam que a população idosa chegará a 2 mil milhões até 2050, o envelhecimento global traz novas realidades para os sistemas económicos, sociais e de saúde da maioria dos países (UN, 2017). A nível europeu, cerca de 20% da população tem 65 anos ou mais e em Portugal 23,4% da população é idosa ocupando o 3º lugar entre os países mais envelhecidos (Censos, 2021). A Europa Ocidental está entre as mais afetadas pela incidência de lesões relacionadas a quedas e taxas de mortalidade em idosos (Haagsma et al., 2020), com até 1,5% dos custos de saúde europeus diretamente relacionados às quedas (Ambrose, Paul & Hausdorff, 2013), sendo um importante problema de saúde pública.

Com o envelhecimento aumentam as limitações físicas, o risco de queda, o número de institucionalizações e a perda de massa muscular resultando na perda de aptidão funcional do idoso (Tieland et al, 2018). Está também associado a um maior risco de doenças cardiovasculares, síndrome metabólica, disfunção mitocondrial, obesidade, sarcopenia e maior inflamação, stress oxidativo e comprometimento cerebral e cognitivo (Sallam e Laher, 2016). Para Cruz-Jentoft et al. (2019) a sarcopenia é definida como *“um distúrbio músculo-esquelético progressivo e generalizado que está associado ao aumento da probabilidade de resultados adversos, incluindo quedas, fraturas, incapacidade física e mortalidade”* sendo essencial a promoção de um envelhecimento ativo, incluindo o exercício físico no quotidiano dos idosos para contrariar a diminuição natural da sua capacidade funcional ao longo da vida. A população idosa deve ser informada dos benefícios que o exercício físico promove na sua saúde, a melhoria da sua capacidade funcional, a manutenção e/ou aumento da massa muscular e a independência no seu dia-a-dia.

Com base nestes dados pretende-se verificar e analisar os efeitos de um programa de treino de força na coordenação motora grossa e fina em idosos destreinados sendo que esta dissertação se encontrará dividida em dois estudos, um primeiro estudo referente aos efeitos de um programa de treino de força em duas tarefas de motricidade grossa (Marcha e Sentar-Levantar) e um segundo estudo numa tarefa de motricidade fina (Finger Tapping Test).

1.2. Apresentação do Problema

O envelhecimento da população implica novos problemas relacionados com a saúde, como a mobilidade limitada da marcha que pode levar à queda, sendo este um dos mecanismos de lesão e potencial morte precoce em idosos e um problema de saúde pública. Além disto, cada vez há mais doenças neurodegenerativas e sendo estas as mais limitativas, levando à perda de capacidade por parte dos idosos, estes começam a sentir-se um fardo para as suas famílias e na sociedade. Não existindo ainda uma forma efetiva de prevenir essas doenças, mas sendo o primeiro sintoma geralmente de origem motora, torna-se essencial a promoção do exercício físico e de um envelhecimento ativo. Posto isto, será que o treino de força em indivíduos destreinados tem efeito sobre a coordenação motora intra-segmentar?

1.3. Objetivos

O objetivo geral destes estudos foi verificar o efeito do exercício físico, especificamente do treino de força, na coordenação motora de idosos destreinados. Posto isto, levantaram-se as seguintes hipóteses: i) Após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora grossa, em idosos destreinados, ii) Após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora fina, em idosos destreinados, iii) Os sensores inerciais conseguem ter sensibilidade para detetar alterações na motricidade fina.

1.4. Organização do Trabalho

A dissertação está organizada pelo modelo anglo-saxónico estando dividida em quatro capítulos. O primeiro capítulo consiste na introdução geral ao tema, a problemática, os objetivos e as hipóteses levantadas. O segundo capítulo consiste num estudo que verifica os efeitos de um programa de treino de força ao nível da coordenação motora grossa em idosos destreinados. O terceiro capítulo consiste num estudo que verifica os efeitos de um programa de treino de força ao nível da coordenação motora fina em idosos destreinados e por último, um quarto capítulo referente à discussão geral.

Capítulo II

EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO NA
COORDENAÇÃO MOTORA INTRA-SEGMENTAR EM IDOSOS
DESTREINADOS DURANTE A EXECUÇÃO DE DUAS TAREFAS DE
MOTRICIDADE GROSSA

1. Introdução

O processo de envelhecimento leva a um declínio na aptidão funcional e ao aumento da prevalência de quedas nos idosos (WHO, 2015). As quedas representam um sério problema de saúde pública, tanto por questões sociais como financeiras, sendo a principal causa de internamentos hospitalares, de perda de independência dos idosos e institucionalizações em lares (Di Prieto et al, 2019). São uma das principais causas de mortalidade e morbidade, correspondendo a 87% de todas as fraturas nesta população, estimando-se que 30 a 40% dos idosos registará pelo menos uma queda anual, aumentando o risco de lesões moderadas a graves e o medo de caírem e perderem a sua independência (Ambrose et al., 2015). Analisar a marcha, do ponto de vista biomecânico, pode ajudar a identificar problemas no padrão da marcha que nos levem a entender melhor que fatores contribuem para as quedas (Ippersiel et al., 2021) e a perceber de que forma o Sistema Nervoso Central (SNC) controla a marcha (Byrne et al., 2002; Chiu and Chou, 2012, 2013). Segundo Cruz-Jimenez, M. (2017), as alterações no padrão da marcha, nomeadamente a diminuição da velocidade, estão associadas à idade, no entanto aponta para outros fatores como perda de equilíbrio, de força muscular nos membros inferiores e o medo de cair. Isto vem reforçar os resultados de Busch et al. (2015) sugerindo que a diminuição na velocidade da marcha está associada a fatores como a idade, sedentarismo (inatividade física), deterioração das atividades diárias entre outros e concluíram também que *“a velocidade da marcha é um marcador clínico e uma importante medida da capacidade funcional entre os idosos”*.

O exercício físico apresenta-se essencial na prevenção e na redução do número de quedas nesta população, melhorando as suas capacidades físicas e alterações no padrão de marcha tornando-os mais preparados para os desafios no seu dia-a-dia (Sherrington et al., 2019). O envelhecimento ativo e saudável é definido como *“o processo de otimização das oportunidades para a saúde, participação e segurança, para a melhoria da qualidade de vida à medida que as pessoas envelhecem bem como o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional, que contribui para o bem-estar das pessoas idosas, sendo a capacidade funcional o resultado da interação das capacidades intrínsecas da pessoa (físicas e mentais) com o meio”* (WHO, 2015).

A perda de massa muscular relacionada à idade, sarcopenia, é uma das principais causas para as limitações físicas que os idosos de forma geral tendem a apresentar. Contudo, estudos recentes mostram que outros fatores como a perda de força muscular contribuem muito para o declínio no desempenho físico dos idosos (Tieland et al., 2018). Posto isto, das várias metodologias e tipos de treino existentes, o

treino de força é aquele que parece reunir mais consenso, no que diz respeito ao aumento de força e hipertrofia muscular, podendo ser um tipo de treino adequado para esta população. Marcos Pardo et al. (2019) relataram que uma intervenção de doze semanas de treino de força com intensidade moderada-alta (60% 1-RM a 80% 1-RM) promoveu um aumento da força muscular dos membros superiores e inferiores, melhoria da capacidade funcional e composição corporal dos idosos. Num estudo de Schott et al. (2019), os resultados demonstraram que o treino com pesos livres teve benefícios ao nível do aumento da força muscular das pernas e tríceps. Por sua vez, Vikberg et al. (2019) aplicaram um programa de treino de força, constituído por oito exercícios de vários grupos musculares e concluíram que o mesmo foi eficaz na manutenção da força muscular e no aumento da massa muscular em idosos com pré-sarcopenia. Noutro estudo mais recente, Seo et al. (2021) aplicaram um programa de treino durante dezasseis semanas, três vezes por semana, com duração de sessenta minutos, focado em exercícios com o peso corporal e bandas elásticas revelando melhorias na aptidão física funcional, força de preensão, velocidade de marcha e força muscular isométrica.

Quando pensamos em movimento e em coordenação, um dos princípios universais do movimento é “*dominar os vários graus de liberdade envolvidos num movimento*” (Bartlett, 2014). A coordenação é uma das estratégias na criação de um padrão de marcha eficiente e preciso, sendo definida como a capacidade de organizar relações adequadas entre segmentos ou articulações durante o movimento (Byrne et al., 2002; Ghanavati et al., 2014). Segundo Bernshtein (1967), a coordenação muscular ao nível dos membros inferiores pode fornecer informações sobre a organização dos graus de liberdade redundantes do sistema músculo-esquelético utilizados durante a caminhada. Além disso, a variabilidade de coordenação representa a adaptabilidade dos padrões de marcha em resposta a perturbações internas e externas (Bernshtein, 1967; Byrne et al., 2002; Ghanavati et al., 2014). Como os músculos atuam em torno das articulações, devemos olhar para as articulações e as suas inter-relações quando queremos analisar a coordenação do exercício ou movimento desportivo. Com esse intuito utilizam-se os gráficos de fase, baseados na noção de que qualquer sistema, como um segmento corporal ou uma articulação, pode ser representado através de diagramas com duas variáveis. Analisando o movimento humano, essas variáveis são geralmente o ângulo da articulação e a velocidade angular. Estes gráficos são fundamentais para compreendermos a coordenação motora pois permitem-nos obter a fase relativa contínua, esta que é uma medida de coordenação entre duas articulações e que é usada para caracterizar a coordenação da articulação ou segmento durante a marcha (Lukšys et al., 2021).

O presente estudo tem como objetivo verificar o efeito do treino de força na coordenação motora grossa em idosos destreinados e a questão experimental que se colocou foi: Será que o treino de força em idosos destreinados tem efeito sobre a coordenação motora intra-segmentar, especificamente em tarefas de motricidade grossa?

Para este estudo, formulou-se a seguinte hipótese: i) Após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora grossa, em idosos destreinados.

2. Metodologia

2.1. Amostra

A amostra desta dissertação é constituída por 10 sujeitos destreinados (Tabela 1), sete do sexo feminino e três do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 66 e os 84 anos. Como critérios de inclusão na participação neste estudo, os sujeitos tinham de ter idade igual ou superior a 65 anos, serem clinicamente saudáveis, isto é, sem patologias associadas (doenças neurodegenerativas, principalmente) e sem historial de treino de força realizado nos últimos cinco anos.

Foi solicitado aos participantes que realizassem duas tarefas motoras de motricidade grossa, o teste de Sentar-Levantar e dois minutos de marcha no exterior. Todos os sujeitos assinaram um consentimento informado e um questionário para participar neste estudo. Os participantes foram recrutados através das redes sociais e de colaboração com o Centro Social Paroquial São Martinho, na Figueira da Foz.

Tabela 1. Caracterização da Amostra.

	n	Idade	Peso	Altura
Homens	3	75,3 ± 8,08	72,0 ± 9,84	1,60 ± 0,06
Mulheres	7	72,3 ± 3,45	69,3 ± 15,99	1,60 ± 0,08
Total	10	73,2 ± 4,96	70,1 ± 13,92	1,60 ± 0,07

2.2. Procedimentos e Protocolos

Inicialmente, com o intuito de analisar a coordenação motora grossa foi pedido a cada participante que realizasse duas tarefas motoras: o teste do Sentar-Levantar em que o idoso começava sentado (com as mãos cruzadas nos ombros) e teria de se levantar e sentar o maior número de vezes possível durante trinta segundos e posteriormente, dois minutos de marcha a uma velocidade confortável na rua (Rikli, 2013; Camomilla et al., 2018).

Para fazer a recolha dos dados durante as tarefas utilizou-se um sensor inercial do tipo MEMS modelo MPU9250 que recolhia os dados de aceleração linear e velocidade angular nos três planos de movimento (3D). A informação recolhida em tempo real era enviada por Bluetooth para o computador através da aplicação Bluetooth Terminal (versão 3.3.4). O sensor foi colocado imediatamente acima do côndilo lateral do fémur direito do idoso com a ajuda de uma fita elástica (Figura 1) e foi feita a gravação do teste com um telemóvel onde eram visíveis o banco e o participante.

Concluído o primeiro teste, colocou-se o sensor na zona imediatamente acima do maléolo do tornozelo direito (Figura 2) e foi pedido ao idoso que fosse para o exterior da instalação desportiva para fazer uma caminhada de dois minutos, a uma velocidade confortável para ele e mudando de direção após o primeiro minuto.



Figura 2 - Posição do sensor inercial no teste de Sentar-Levantar.



Figura 1 - Posição do sensor inercial na Marcha.

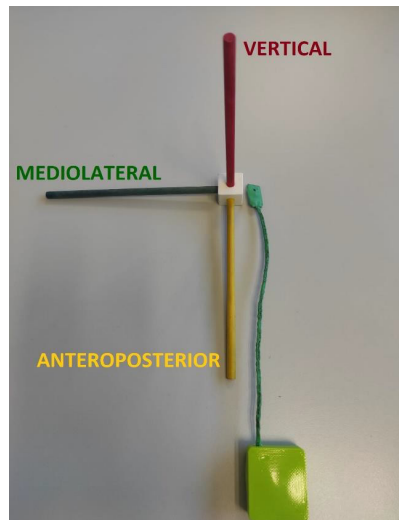


Figura 3 - Eixos do sensor inercial.

Após a primeira sessão que serviu de avaliação pré-intervenção (na qual se fez o teste do Sentar-Levantar, os dois minutos de marcha e o cálculo da 1-RM) os participantes realizaram mais onze sessões de treino constituídas por um aquecimento de dez minutos, seis exercícios de força (três exercícios para membros superiores e três exercícios para membros inferiores) e alongamentos estáticos, com uma frequência mínima de três treinos semanais durante quatro semanas (Domingos et al., 2023).

Concluída a décima segunda sessão e após dois dias de descanso, os participantes voltaram ao ginásio para nova sessão de avaliação na qual se aplicaram todos os testes realizados inicialmente.

2.2.1. Programa de Treino de Força

O programa de treino de força aplicado neste estudo incluiu seis exercícios localizados, três exercícios para membros superiores (Chest Press, Lat Pulldown e Seated Row) e três exercícios para membros inferiores (Squat, Leg Extension e Leg Curl). Na organização dos exercícios no plano de treino, havia alternância entre exercício de membros superiores com exercício de membros inferiores, de forma a promover maior recuperação muscular entre exercícios. Para cada exercício de membros inferiores era solicitada a realização de quatro séries de doze repetições (no Squat era solicitada a realização de quinze repetições) e para cada exercício de membros superiores a realização de três séries de doze repetições.

No que diz respeito à determinação das cargas levantadas para cada sujeito, nas primeiras duas semanas (seis sessões de treino) eram movimentadas cargas de 60% da 1-RM e nas duas últimas semanas (seis sessões de treino) as cargas situavam-se entre os 65% a 70% da 1-RM, com base na sensação de esforço descrita por cada sujeito.

2.2.2. Protocolo 1-RM

Neste programa de treino de força e para todos os exercícios do mesmo, à exceção do Agachamento livre, foi determinada a repetição máxima (1-RM) de acordo com as diretrizes da National Strength and Condition Association (Baechle & Earl, 2008). Para facilitar a recuperação e fadiga muscular, na aplicação deste protocolo alternaram-se os exercícios ao nível dos grupos musculares, um de membros superiores e de seguida um de membros inferiores. Antes do início do protocolo, foi exemplificada a técnica de execução correta de cada exercício. O protocolo da 1-RM incluiu uma série de aquecimento com carga baixa (aprox. 50% da 1-RM) entre 5 a 10 repetições. Após esta série, houve um incremento gradual de carga (aprox. entre 60% a 80% 1-RM) e repetiu-se o processo até se encontrar uma carga em que o participante realiza-se até um máximo de 10 repetições até à falha. Esse incremento de carga era feito com base na sensação de esforço de cada participante.

Posteriormente, os valores da carga e número de repetições executadas em cada exercício foram exportados para um ficheiro Excel e procedeu-se aos cálculos da 1-RM e respetivas percentagens (60%, 65% e 70%) através da seguinte equação de predição de Brzycki (1993):

Equação 1 - Equação de predição da 1-RM através do protocolo sub-máximo de Brzycki.

$$1 - RM = Carga (Kg) / 1.0278 - (0.0278 \times Repetições)$$

2.3. Tratamento de Dados e Análise Estatística

Com todos os testes realizados pré e pós intervenção, a informação recolhida pelos sensores foi importada para o MATLAB (MATLAB, 2021) para ser analisada através de uma rotina previamente construída e as informações referentes ao cálculo da 1-RM e do teste Sentar-Levantar exportados para um ficheiro Excel para tratamento estatístico. A análise estatística iniciou-se com os testes de normalidade de Shapiro-Wilk os quais mostraram uma distribuição normal para todas as variáveis em estudo. Por conseguinte, foi utilizado o teste t para amostras emparelhadas de modo a verificar as diferenças da 1-RM entre avaliações e para o número de execuções no teste de Sentar-Levantar. Para a análise da coordenação intra-segmentar dos testes de Marcha e Sentar-Levantar foram realizados os seguintes procedimentos numa rotina personalizada de MATLAB:

- Ler os ficheiros com os dados recolhidos pelos sensores inerciais;
- Visualizar os dados em bruto;
- Aplicar um filtro digital do tipo butterworth passa-baixo de ordem 4 com uma frequência de corte de 8 Hz;
- Detecção automática do número de ciclos realizados em cada tarefa, através da deteção de picos;
- Seleção do início e final da tarefa entre o primeiro e o último ciclo detetado;
- Aplicar o integral da velocidade angular para cálculo da posição angular do segmento em estudo;
- Aplicar uma correção à curva de dados para eliminar os desvios provocados pelo cálculo do integral;
- Construção dos gráficos de fase para análise semi-quantitativa da coordenação motora intra-segmentar.

3. Resultados

3.1. Progressão de carga no programa de treino de força

Considerando a aplicação do programa de treino de força aos idosos destreinados, ao longo das 12 sessões de treino, foram realizadas avaliações no início e fim da intervenção. Todas as sessões foram realizadas em contexto de treino personalizado. Na Tabela 2 e 3 podemos verificar a análise estatística referente aos resultados do teste de 1-RM realizado na primeira avaliação (AV1) e na segunda avaliação (AV2) e do teste de Sentar-Levantar, respetivamente.

Tabela 2. Dados estatísticos dos testes de força submáxima para cada exercício e avaliação.

	Média	Desvio-Padrão	p	d
Chest Press AV1	16,0	9,72	< ,001	,668
Chest Press AV2	25,5	10,37		
Lat Pull Down AV1	24,5	10,01	< ,001	,601
Lat Pull Down AV2	33,2	10,47		
Seated Row AV1	23,4	7,68	< ,001	1,057
Seated Row AV2	36,5	9,72		
Leg Extension AV1	18,5	13,50	< ,001	,500
Leg Extension AV2	28,6	15,04		
Leg Curl AV1	19,2	7,43	< ,001	,542
Leg Curl AV2	25,7	9,42		

Os resultados de 1-RM mostram que houve um aumento significativo para todos os exercícios (Tabela 2), com magnitudes entre os 6,5 Kg e os 13,1 Kg, respetivamente para o exercício de Leg Curl e o Seated Row. O efeito destas diferenças é médio para todos os exercícios com exceção do exercício de Seated Row em que teve um efeito elevado (d de Cohen).

Tabela 3. Dados estatísticos do teste de Sentar-Levantar para cada avaliação.

	Média	Desvio-Padrão	p	d
SL AV1	13,3	1,95	,008	,580
SL AV2	15,7	3,65		

Relativamente ao teste de Sentar-Levantar, do *Senior Fitness Test*, podemos verificar que os participantes aumentaram em média 2,4 repetições, tendo um efeito de diferenças médio.

3.2. Sentar-Levantar

3.2.1. Plano Sagital

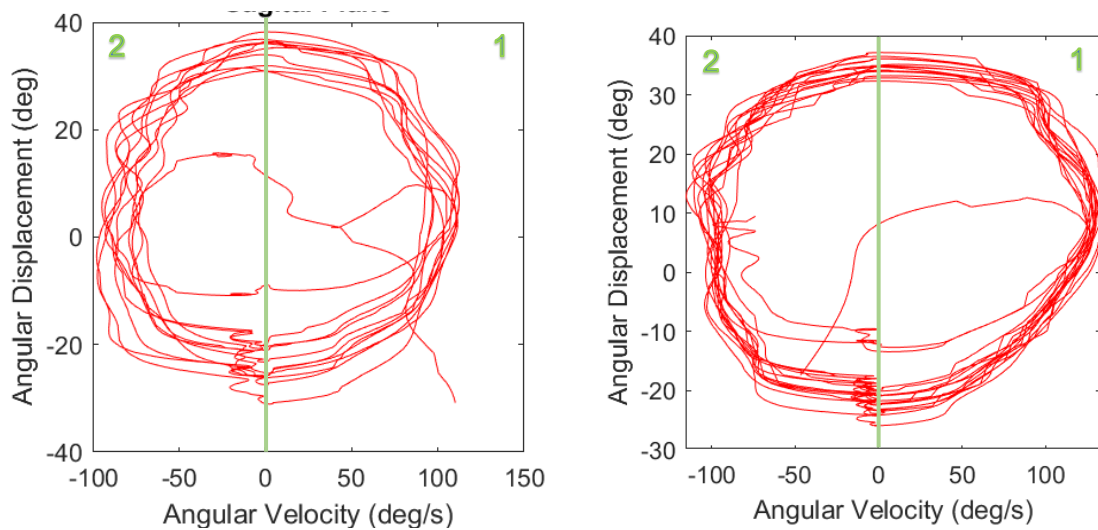


Figura 4 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma maior fluidez na fase ascendente da tarefa (1) comparativamente à fase descendente da mesma (2) e relativamente à dispersão, verifica-se que se mantém semelhante durante parte do ciclo de movimento, sendo maior no final da fase descendente e início da fase ascendente da tarefa.

Relativamente à segunda avaliação, verifica-se maior fluidez na fase ascendente da tarefa (1) comparativamente à fase descendente (2) e relativamente à dispersão verifica-se que se mantém semelhante durante todo o ciclo de movimento.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Sentar-Levantar.

3.2.2. Plano Transversal

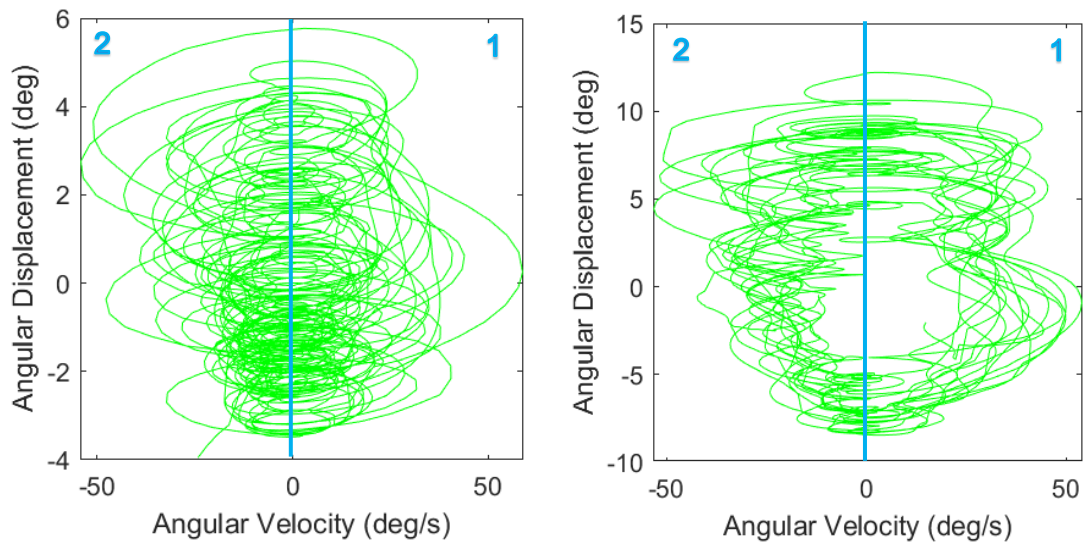


Figura 5 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem maior fluidez na zona de transição da fase descendente (2) para ascendente da tarefa (1), comparativamente às fases do movimento em si e à zona de transição da fase ascendente para descende.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos maior fluidez nas zonas de transição de fases do movimento e quanto à dispersão é maior na fase ascendente e zona de transição da fase ascendente para descendente da tarefa.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Sentar-Levantar.

3.2.3. Plano Frontal

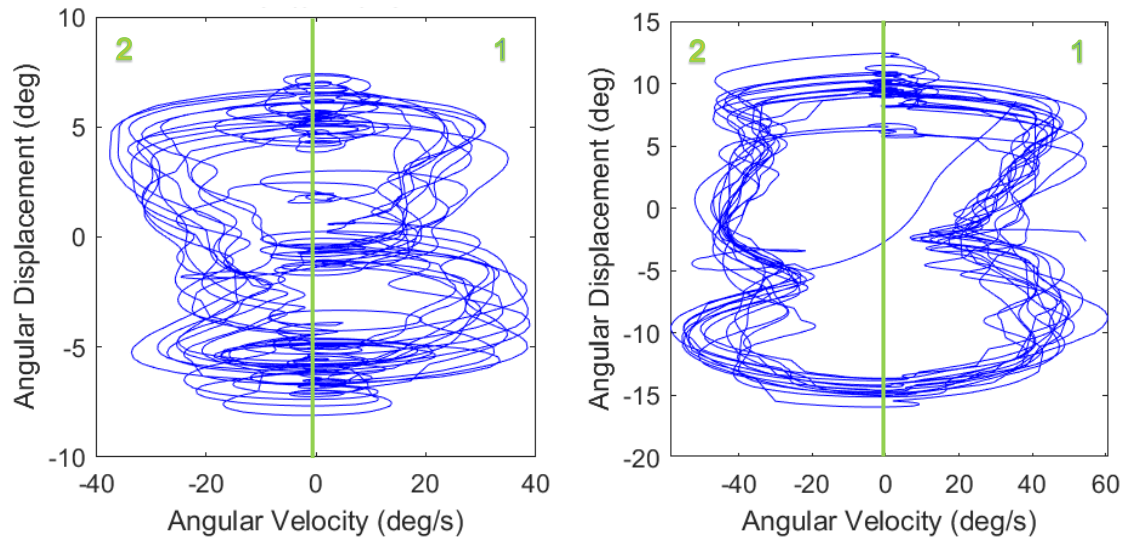


Figura 6 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma menor fluidez nas fases ascendente (1) e descendente (2) da tarefa comparativamente às zonas de transição das fases do movimento. Relativamente à dispersão, verifica-se uma dispersão semelhante ao longo de todo o ciclo de movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos maior fluidez na fase descendente da tarefa (2) e na transição de fase descendente para ascendente, comparativamente à fase ascendente (1). Relativamente à dispersão mantém-se semelhante durante todo o ciclo de movimento.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Sentar-Levantar.

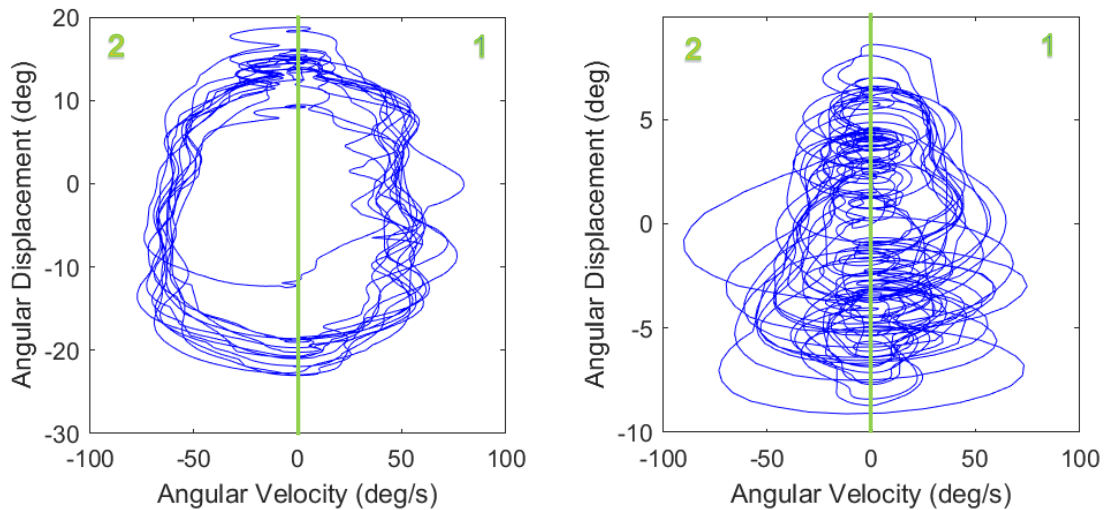


Figura 7 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da coxa durante a execução do teste de Sentar-Levantar (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Por outro lado, como é possível verificar na Figura 7 temos um exemplo de um sujeito que apresenta uma menor fluidez e uma maior dispersão ao longo de todo o movimento, na segunda avaliação comparativamente com a primeira. No plano Frontal, verifica-se então que este sujeito apresenta uma menor coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Sentar-Levantar.

Quando se verifica aquilo que acontece entre planos, no plano Sagital tem-se maiores coordenações intra-segmentares em relação aos outros planos, seguido do plano Transversal e por fim, do plano Frontal.

3.3. Marcha

3.3.1. Plano Sagital

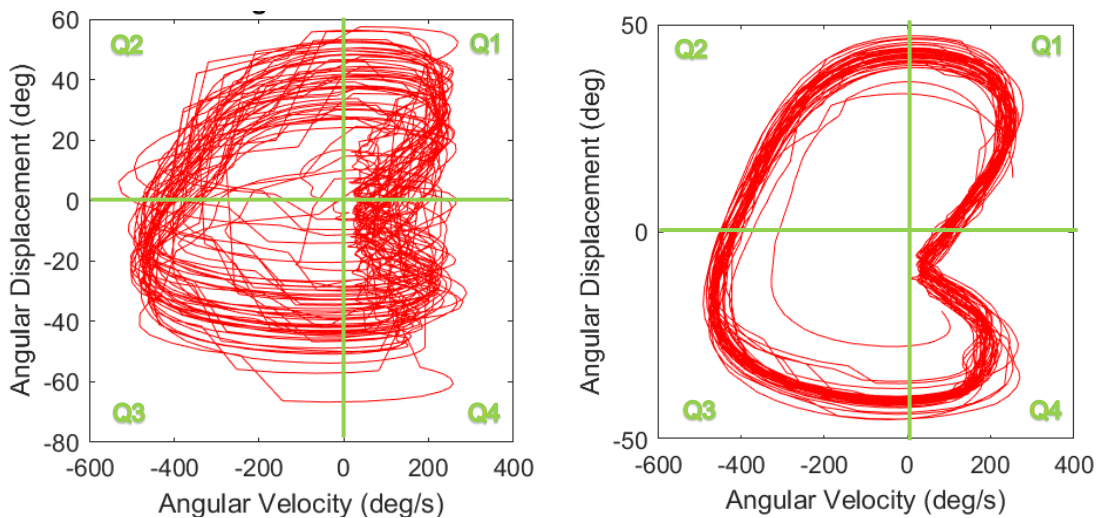


Figura 8 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma maior fluidez na fase de balanço da marcha (Q2 e Q3) comparativamente com a fase final do balanço (Q4) e fase de apoio (Q1). Relativamente à dispersão verifica-se que se mantém semelhante durante todo o ciclo de movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos uma grande fluidez ao longo de todo o ciclo da Marcha, sendo ligeiramente menor na transição da fase de balanço (Q3) e fase final do balanço (Q4). Relativamente à dispersão, apresenta menor dispersão ao longo de todo o movimento, sendo ligeiramente maior na transição da fase de balanço (Q3) e fase final do balanço (Q4) e entre a fase de apoio (Q1) e fase de balanço (Q2) pois corresponde às zonas em que o pé muda de direção estando no ar.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa da Marcha.

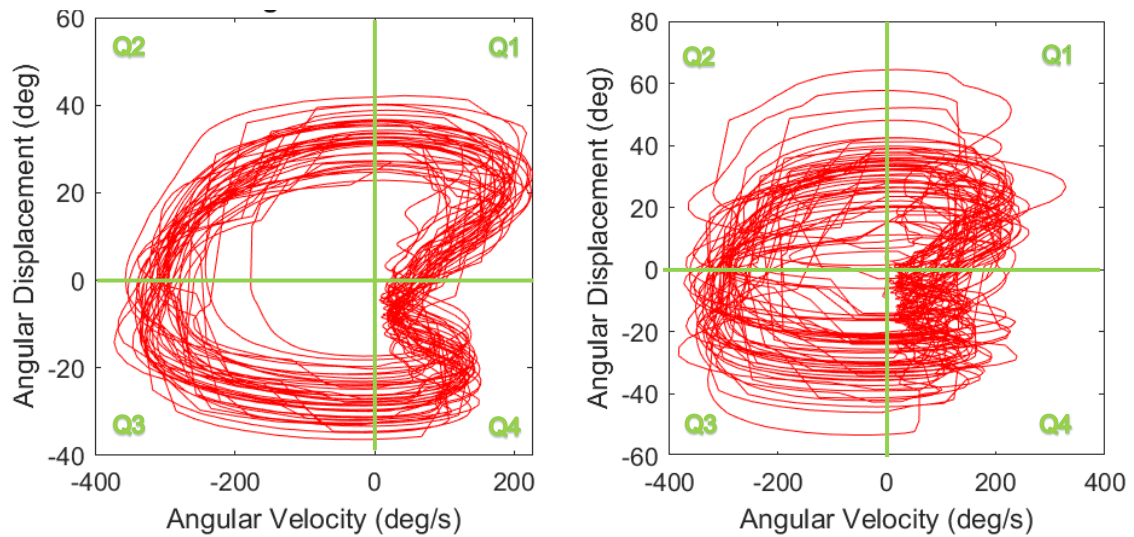


Figura 9 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Por outro lado, como é possível verificar na Figura 9 temos um exemplo de um sujeito que apresenta uma menor fluidez e maior dispersão ao longo de todo o movimento, da primeira para a segunda avaliação. No plano Sagital, verifica-se então que este sujeito apresenta uma menor coordenação motora intra-segmentar na tarefa da Marcha.

3.3.2. Plano Transversal

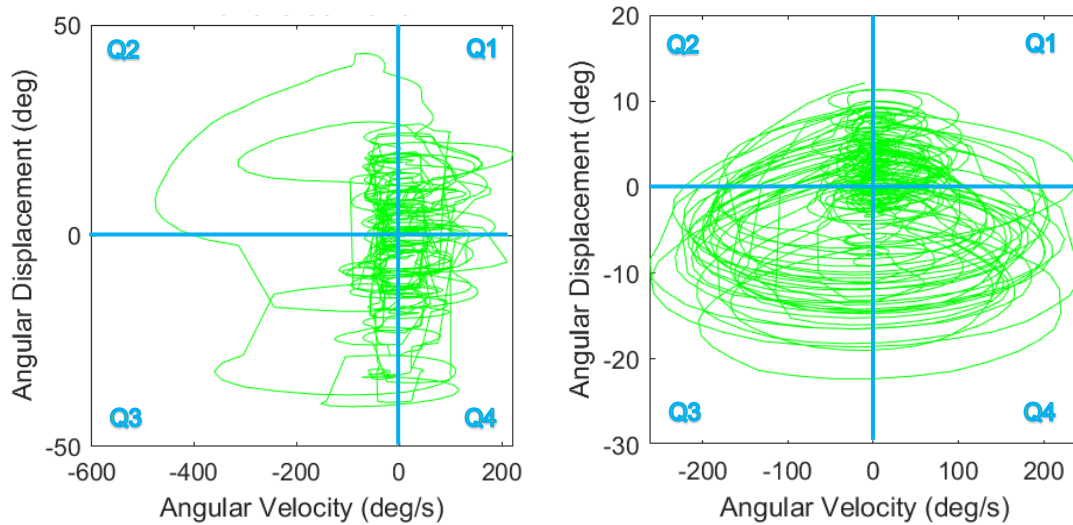


Figura 10 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem pouca fluidez ao longo de todo movimento, sendo ligeiramente superior na fase de balanço (Q2 e Q3) comparativamente à fase final do balanço (Q4) e fase de apoio (Q1). Relativamente à dispersão verifica-se uma dispersão semelhante ao longo de todo o movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos maior fluidez na fase de balanço (Q3) e fase final de balanço (Q4) comparativamente ao resto do ciclo de movimento. Relativamente à dispersão, verifica-se uma maior dispersão na fase de balanço (Q3) e fase final de balanço (Q4) no ciclo da marcha.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa da marcha.

3.3.3. Plano Frontal

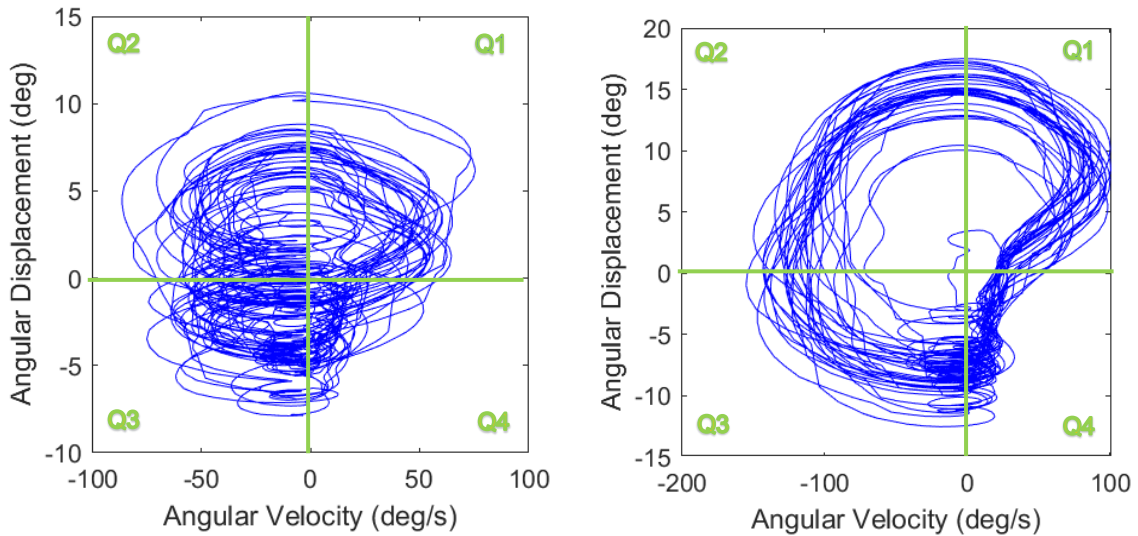


Figura 11 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma menor fluidez na fase de balanço (Q3) e fase final de balanço (Q4), comparativamente com a fase de apoio (Q1) e fase de balanço (Q2). Relativamente à dispersão, verifica-se uma maior dispersão ao longo de todo o ciclo de movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos maior fluidez na fase de apoio (Q1) e fase final do balanço (Q4) comparativamente à fase de balanço (Q2 e Q3). Relativamente à dispersão, é maior na fase de balanço do ciclo da marcha (Q2 e Q3).

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa da marcha.

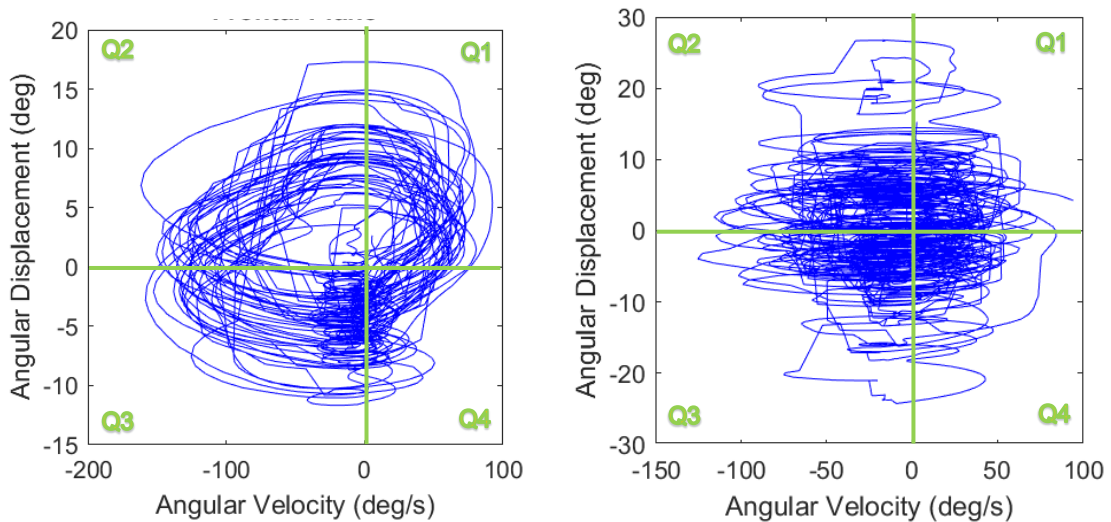


Figura 12 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução da perna durante a execução da Marcha (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Por outro lado, como é possível verificar na Figura 13, temos um exemplo de um sujeito que da primeira para a segunda avaliação, apresenta uma menor fluidez e maior dispersão ao longo do ciclo da Marcha. No plano Frontal, verifica-se então que este sujeito apresenta uma menor coordenação motora intra-segmentar na tarefa da Marcha.

Quando se verifica aquilo que acontece entre planos, no plano Sagital tem-se maiores coordenações intra-segmentares em relação aos outros planos, seguido do plano Frontal e por fim, do plano Transversal.

4. Discussão

Neste estudo do tipo longitudinal, cujo objetivo pretende verificar o efeito de um programa de treino de força na coordenação motora intra-segmentar de idosos destreinados em duas tarefas de motricidade grossa (Sentar-Levantar e Marcha) levantou-se a hipótese “após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora grossa, em idosos destreinados”.

Com base nos resultados obtidos ao nível de 1-RM, é possível verificar através da Tabela 2 um aumento significativo para todos os exercícios do programa de treino de força aplicado, com magnitudes entre os 6,5 Kg e os 13,1 Kg, respetivamente para o exercício de Leg Curl e o Seated Row. O efeito destas diferenças é médio para todos os exercícios com exceção do Seated Row em que o efeito é elevado (d de Cohen). Quanto ao número de repetições executadas no teste Sentar-Levantar, do *Senior Fitness Test*, analisando a Tabela 3, os participantes aumentaram em média 2,4 repetições, tendo um efeito de diferenças médio. Na totalidade da amostra, oito dos idosos aumentaram e dois mantiveram o número de repetições realizadas. da primeira para a segunda avaliação.

Ao fazer a análise dos gráficos relativamente à tarefa de Sentar-Levantar, verificam-se melhorias ao nível da fluidez e dispersão do movimento nos três planos de movimento, ou seja, maior coordenação motora intra-segmentar nesta tarefa motora. No plano Sagital, a totalidade da amostra apresenta maior coordenação motora intra-segmentar na segunda avaliação comparativamente à primeira. De seguida, é no plano Transversal e Frontal, respetivamente, que a maioria dos sujeitos apresenta maior coordenação motora intra-segmentar. Através da Figura 7, é possível verificar um exemplo de sujeito que não alcança melhorias no plano Frontal na tarefa de Sentar-Levantar. Relativamente à tarefa da Marcha, os resultados obtidos através deste estudo apontam a uma melhoria da coordenação motora intra-segmentar na maioria dos sujeitos (sete deles melhoraram), nos três planos de movimento, sendo maior no plano Sagital, seguido do plano Frontal e Transversal. Na Figura 9 e 12 é possível verificar exemplos de sujeitos que pioraram da primeira para a segunda avaliação, ao nível da execução do movimento, no plano Sagital e Frontal, respetivamente. Com base nos resultados apresentados, aceita-se a hipótese levantada anteriormente.

Na literatura são vários os estudos de análise da coordenação motora inter-segmentar e/ou intra-segmentar durante a tarefa motora da Marcha, em idosos, mas também noutras populações (Ippersiel et al., 2021; Chiu and Chou, 2012, 2013; Ghanavatti et al., 2014; Wang et al., 2021). É de salientar que grande parte dos estudos encontrados não contém a aplicação de programas de treino como o que foi aplicado

neste estudo e centram-se essencialmente na análise da coordenação motora inter-segmentar, de dois ou mais segmentos corporais e não intra-segmentar.

Chiu and Chou (2013) analisaram a coordenação motora inter-segmentar durante a marcha em idosos, com e sem historial de quedas, e realizaram testes de equilíbrio. Verificou-se que os idosos do grupo com historial de quedas, andaram mais devagar que os do outro grupo e apresentaram pior performance nos testes de equilíbrio. Ghanavatti et al. (2014), tinham como objetivo de estudo analisar o efeito do género, masculino e feminino, na coordenação motora inter-segmentar durante a marcha e concluiu-se que o género afeta a coordenação inter-segmentar dos membros inferiores nesta tarefa, talvez devido a possíveis diferenças nos mecanismos de controlo da marcha entre homens e mulheres. Por sua vez, Wang et al. (2021), pretenderam analisar a coordenação motora dos membros inferiores, durante a marcha em jovens que carregavam cargas externas assimétricas durante a execução da tarefa. Verificou-se que existem alterações ao nível da coordenação intra-muscular, no segmento da coxa e na coordenação motora inter-segmentar dos segmentos coxa-perna e perna-pé no lado com carga, quando comparada a execução da tarefa com cargas assimétricas e com carga simétrica. É recomendada a utilização de cargas simétricas para diminuir a variabilidade da coordenação motora nas tarefas do quotidiano. No estudo de Daly et al. (2007) foi analisada a coordenação motora inter-segmentar de membros inferiores na marcha em adultos com historial de acidente vascular cerebral e aplicaram um programa durante 12 semanas, com sessões de 90 minutos (trinta minutos de exercícios coordenativos, trinta minutos de caminhada na passadeira e trinta minutos de caminhada no exterior).

Tendo a expectativa, pela primeira hipótese, que houvesse melhorias na totalidade da amostra, tal não se verificou possivelmente devido a fatores como as características individuais de cada idoso. Todos os participantes do estudo tinham de ser destreinados, ou seja, não terem realizado treino de força nos últimos cinco anos, e apesar de não ter aplicado testes específicos para avaliar a condição física geral e capacidade funcional dos idosos, eram visíveis diariamente as diferenças entre eles. O facto de a angariação da amostra ter acontecido em diferentes locais, entre os quais o Centro Social e Paroquial, pode ter contribuído para isso. O programa de treino de força aplicado também pode ter contribuído para a diferença de resultados pois está orientado apenas para exercícios de flexão/extensão dos diferentes segmentos corporais sendo assim expectável que as principais melhorias após a intervenção aconteçam no plano Sagital do movimento.

Constata-se que este programa de treino de força tem efeitos na coordenação motora intra-segmentar de idosos destreinados, nestas tarefas de motricidade grossa,

pelo que pode ser aplicado no futuro, de forma segura, nesta população. Todos os participantes sentiram melhorias a realizar as suas tarefas diárias e após as quatro semanas de intervenção sentiam ter mais força e confiança a realizar os movimentos do seu dia-a-dia como o sentar e levantar, subir escadas, caminhar, agarrar objetos, entre outros.

5. Conclusão

Neste estudo longitudinal com a aplicação de um programa de treino de força, verificaram-se melhorias ao nível da coordenação motora intra-segmentar grossa em idosos destreinados, na tarefa motora do Sentar-Levantar e da Marcha.

Na análise tridimensional destas duas tarefas motoras e começando pela tarefa de Sentar-Levantar, verificou-se uma maior coordenação intra-segmentar no plano Sagital comparativamente com os outros dois planos, Transversal e Frontal, respetivamente. Por sua vez, na tarefa da Marcha, existe maior coordenação intra-segmentar no plano Sagital comparativamente com os outros dois planos, Frontal e Transversal, respetivamente.

O programa de treino de força aplicado demonstrou ter efeitos significativos na força dos idosos pelo que pode ser aplicado em idosos destreinados, não só para a melhoria da força enquanto capacidade condicional, mas também para a melhoria das capacidades coordenativas.

Capítulo III

EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO FÍSICO NA
COORDENAÇÃO MOTORA INTRA-SEGMENTAR EM IDOSOS
DESTREINADOS DURANTE A EXECUÇÃO DE UMA TAREFA DE
MOTRICIDADE FINA

1. Introdução

A motricidade fina pode ser definida como a capacidade que o indivíduo tem em manipular pequenos objetos, a sua destreza manual e a velocidade com que realiza tarefas simples e frequentemente repetitivas (Martzog et al., 2019). Os nossos membros superiores são essenciais em inúmeras tarefas do nosso quotidiano, tais como, escrever, comer, utilizar o telemóvel, apertar botões e, é a perda destas capacidades, que torna os idosos muitas vezes dependentes de familiares e amigos e que os leva a serem institucionalizados sentindo-se fardos na sociedade onde estão inseridos. De forma a combater esta perda de capacidade funcional e o sentimento de solidão que muitos sentem, devemos promover um envelhecimento ativo.

Com o objetivo de analisar a motricidade fina dos indivíduos, um dos testes utilizados e aceites na comunidade científica é o *Finger Tapping Test* (FTT), onde é pedido à pessoa para tocar o mais rápido possível com o seu dedo indicador na superfície onde tem a mão apoiada. Realiza várias vezes, geralmente entre 5 a 10 tentativas, com a mão preferida e de seguida com a mão não-preferida (Reitan & Wolfson, 1985). É um teste que pode ser também utilizado para o despiste de doenças neurodegenerativas (Roalf et al., 2018; Suzumura et al., 2016) e em que inicialmente o objetivo era apenas observar e analisar o número de toques na superfície (Reitan & Wolfson, 1985).

Com o constante avanço tecnológico surgem novos métodos para analisar o movimento humano, entre eles o uso de sensores inerciais durante o exercício por serem pequenos, fáceis de usar e económicos permitindo uma análise mais completa e detalhada do movimento do indivíduo (Camomilla et al., 2018). Utilizando sensores inerciais consegue-se fazer uma análise tridimensional do movimento, obtendo informações nos três planos de movimento através da velocidade angular e da aceleração linear e por isso a utilização de um desses sensores no dedo indicador de cada idoso para analisar o seu processo de execução e não o número de toques que ele conseguia fazer.

O presente estudo tem como objetivos verificar o efeito do treino de força na coordenação motora fina em idosos destreinados e aplicar os sensores inerciais em recolhas de dados em motricidade fina pelo que foram colocadas as seguintes questões experimentais: i) Será que o treino de força em idosos destreinados tem efeito sobre a coordenação motora intra-segmentar, especificamente em tarefas de motricidade fina? ii) Será que os sensores inerciais permitem ter sensibilidade às alterações neste tipo de motricidade?

Para este estudo, formularam-se as seguintes hipóteses: i) Após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora fina, em idosos destreinados; ii) Os sensores inerciais conseguem ter sensibilidade para detetar alterações na motricidade fina.

2. Metodologia

2.1. Amostra

A amostra desta dissertação é constituída por dez sujeitos destreinados (Tabela 2), sete do sexo feminino e três do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 66 e os 84 anos. Como critérios de inclusão na participação neste estudo, os sujeitos tinham de ter idade igual ou superior a 65 anos, serem clinicamente saudáveis, isto é, sem patologias associadas (doenças neurodegenerativas, principalmente) e sem historial de treino de força realizado nos últimos cinco anos.

Foi solicitado aos participantes que realizassem uma tarefa motora de motricidade fina, o FTT em ambas as mãos (5 tentativas em cada mão). Todos os sujeitos assinaram um consentimento informado e um questionário para participar neste estudo. Os participantes foram recrutados através das redes sociais e de colaboração com o Centro Social Paroquial São Martinho, na Figueira da Foz.

Tabela 4. Caracterização da Amostra.

	n	Idade	Peso	Altura
Homens	3	75,3 ± 8,08	72,0 ± 9,84	1,60 ± 0,06
Mulheres	7	72,3 ± 3,45	69,3 ± 15,99	1,60 ± 0,08
Total	10	73,2 ± 4,96	70,1 ± 13,92	1,60 ± 0,07

2.2. Procedimentos

Inicialmente, foi pedido a cada participante que realizasse cinco tentativas do FTT em cada mão, na sua velocidade máxima por um período de 10 a 12 segundos. Definiu-se a realização das cinco tentativas em cada mão com base na literatura já existente em estudos com este teste em que geralmente são utilizadas entre 5 a 10 tentativas em cada mão (Christianson, 2004; Reitan & Wolfson, 1985). Cada participante começou por realizar o exercício na mão preferida e posteriormente repetiu o processo com a mão não-preferida.

O sensor foi colocado na parte superior do dedo indicador fixando-se com o auxílio de uma fita elástica (Figura 4) e foi feita a gravação de todas as tentativas com um telemóvel onde era visível a mão do participante e o sensor inercial. Os dados de aceleração linear e velocidade angular recolhidos em tempo real através do sensor eram enviados por Bluetooth para o computador através de uma aplicação específica (Bluetooth Terminal, versão 3.3.4).



Figura 13 - Posição do sensor inercial na tarefa de FTT.

Após a primeira sessão que serviu de avaliação pré-intervenção (na qual se fez o FTT e o cálculo da 1-RM) os participantes realizaram mais onze sessões de treino constituídas por um aquecimento de dez minutos, seis exercícios de força (três exercícios para membros superiores e três exercícios para membros inferiores) e alongamentos estáticos, com uma frequência mínima de três treinos semanais durante quatro semanas.

Concluída a décima segunda sessão e após dois dias de descanso, os participantes voltaram ao ginásio para nova sessão de avaliação na qual se aplicaram todos os testes realizados inicialmente.

2.3. Tratamento de Dados e Análise Estatística

Com todos os testes realizados pré- e pós-intervenção, a informação recolhida pelos sensores foi importada para o MATLAB (MATLAB, 2021) para ser analisada através de uma rotina previamente construída.

Para a análise da coordenação intra-segmentar do (FTT) foram realizados os seguintes procedimentos numa rotina personalizada de MATLAB:

- Ler os ficheiros com os dados recolhidos pelos sensores inerciais;
- Visualizar os dados em bruto;
- Aplicar um filtro digital do tipo butterworth passa-baixo de ordem 4 com uma frequência de corte de 20 Hz;
- Detecção automática do número de batidas realizadas no FTT em ambas as mãos, através da detecção de picos;
- Seleção do início da tarefa considerando o primeiro pico detetado e o final contabilizando 10 segundos após o primeiro pico;
- Aplicar o integral da velocidade angular para cálculo da posição angular do segmento em estudo;
- Aplicar uma correção à curva de dados para eliminar os desvios provocados pelo cálculo do integral;
- Construção dos gráficos de fase para análise semi-quantitativa da coordenação motora intra-segmentar.

3. Resultados

3.1. Finger Tapping Test (FTT)

3.1.1. Mão Preferida

3.1.1.1. Plano Frontal

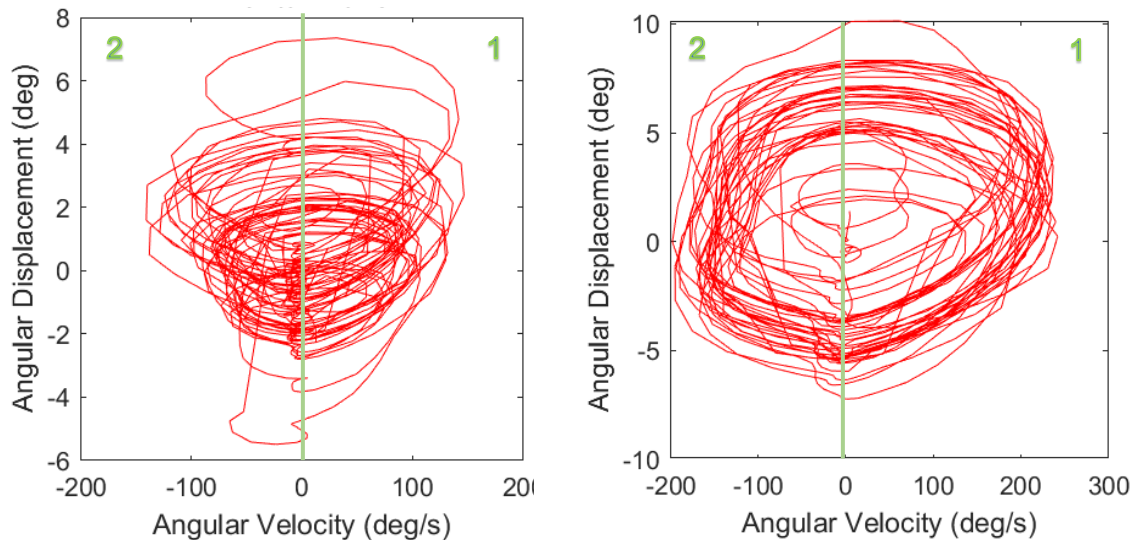


Figura 14 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma maior fluidez na fase ascendente do movimento (1) comparativamente à fase descendente (2) e à zona de transição da fase descendente para ascendente da tarefa. Relativamente à dispersão, verifica-se uma grande dispersão durante todo o ciclo de movimento, sendo maior na zona de transição de fase ascendente para descendente.

Relativamente à segunda avaliação, verifica-se uma maior fluidez na fase ascendente da tarefa (1) comparativamente à fase descendente (2) da mesma e nas zonas de transição de fase, é maior a fluidez na transição da fase ascendente para descendente. Relativamente à dispersão, verifica-se que se mantém semelhante durante todo o ciclo de movimento.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Finger Tapping Test (FTT).

3.1.1.2. Plano Transversal

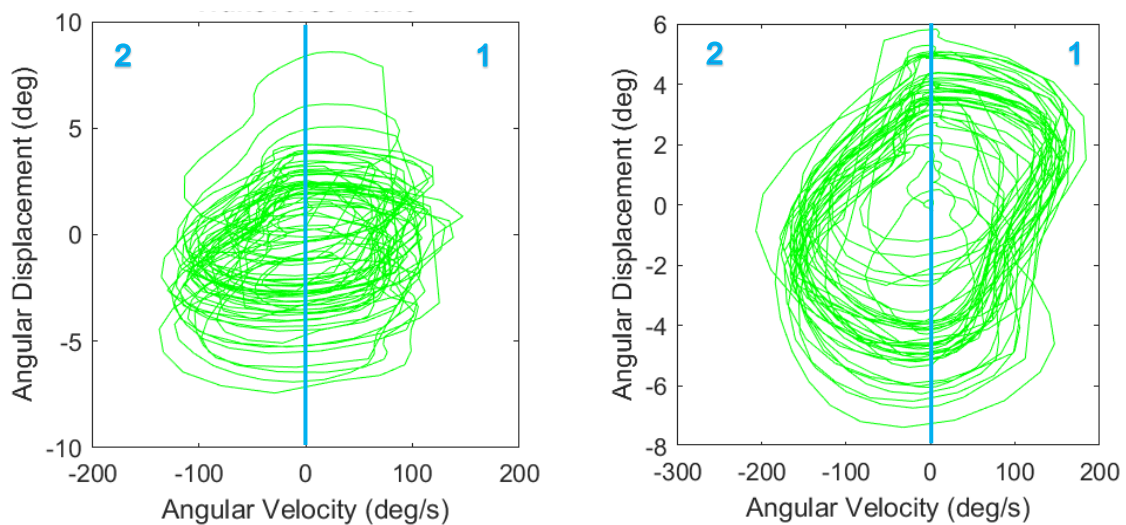


Figura 15 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma maior fluidez na fase descendente do movimento (2) comparativamente à fase ascendente (1) e à zona de transição da fase ascendente para descendente da tarefa. Relativamente à dispersão, é semelhante durante todo o ciclo de movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos uma fluidez semelhante ao longo de todo o ciclo de movimento, sendo menor na zona de transição da fase ascendente para descendente da tarefa. Relativamente à dispersão, verifica-se que é constante ao longo do movimento, sendo maior na zona de transição da fase descendente para ascendente da tarefa.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Finger Tapping Test (FTT).

3.1.1.3. Plano Sagital

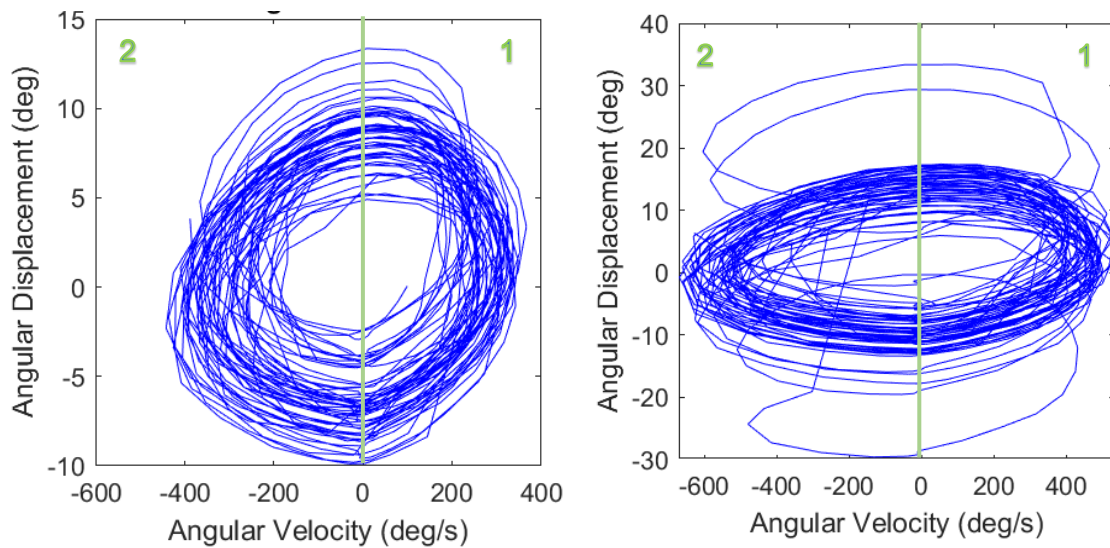


Figura 16 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma fluidez semelhante durante todo o ciclo de movimento, tanto na fase ascendente (1) como descendente (2). Relativamente à dispersão verifica-se que se mantém semelhante durante todo o ciclo de movimento, sendo maior na fase descendente e na zona de transição da fase descendente para ascendente.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos uma fluidez e dispersão constante ao longo de todo o ciclo do movimento. Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Finger Tapping Test (FTT).

Quando se verifica aquilo que acontece entre planos na execução desta tarefa com a mão preferida, no plano Sagital tem-se maiores coordenações intra-segmentares em relação aos outros planos, seguido do plano Frontal e por fim, do plano Transversal.

3.1.2. Mão Não-Preferida

3.1.2.1. Plano Frontal

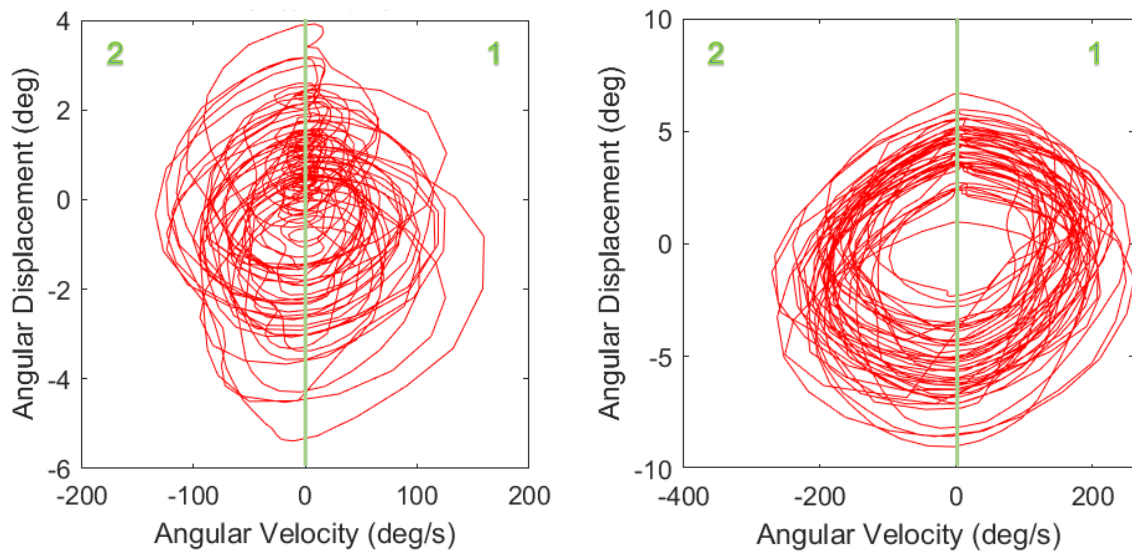


Figura 17 - Representação gráfica das ações motoras de adução/abdução do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma fluidez semelhante durante o ciclo de movimento, sendo pior na zona de transição da fase ascendente para descendente da tarefa. Relativamente à dispersão, existe uma grande dispersão durante todo o ciclo de movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos uma fluidez semelhante durante o ciclo de movimento, sendo maior na zona de transição da fase descendente para ascendente da tarefa. Relativamente à dispersão, mantém-se semelhante durante o ciclo de movimento, sendo maior no final da fase descendente (2) e início da fase ascendente (1).

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Finger Tapping Test (FTT).

3.1.2.2. Plano Transversal

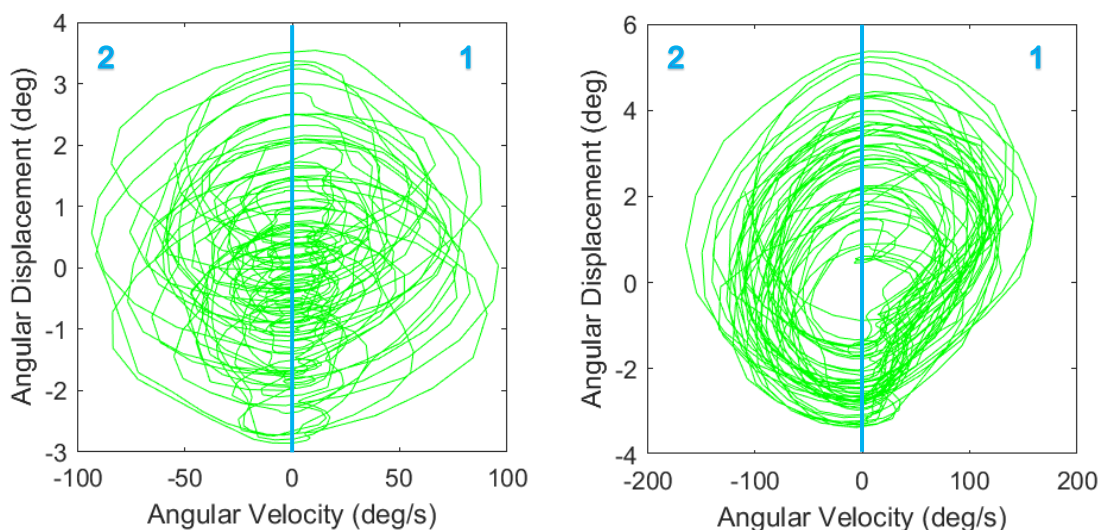


Figura 18 - Representação gráfica das ações motoras de rotação interna/externa do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma fluidez semelhante durante o ciclo do movimento, tanto na fase ascendente (1) como descendente (2). Relativamente à dispersão, verifica-se que existe uma grande dispersão durante todo o ciclo de movimento.

Relativamente à segunda avaliação, verificamos uma maior fluidez na fase descendente da tarefa (2) e na zona de transição da fase descendente para ascendente. Relativamente à dispersão, verifica-se uma maior dispersão no final da fase ascendente do movimento (1) e no início da fase descendente (2), comparativamente ao resto do ciclo de movimento.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Finger Tapping Test (FTT).

3.1.2.3. Plano Sagital

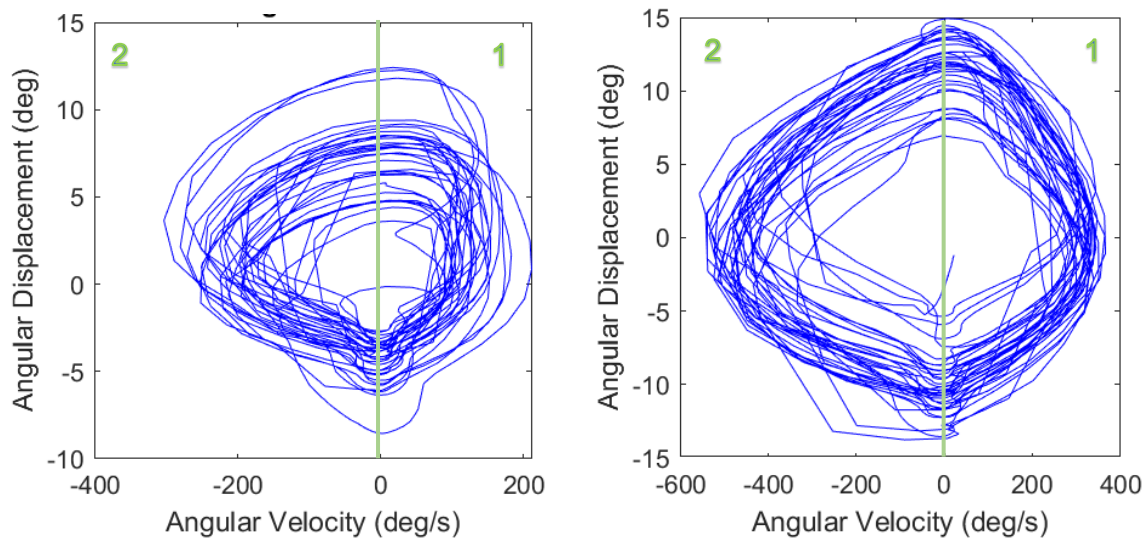


Figura 19 - Representação gráfica das ações motoras de flexão/extensão do dedo durante a execução do teste de FTT (Pré e Pós Intervenção, respetivamente figura da esquerda e da direita)

Relativamente à primeira avaliação, este gráfico representa um exemplo de um sujeito que tem uma menor fluidez nas fases ascendente (1) e descendente do movimento (2) comparativamente às zonas de transição de fase ascendente-descendente e descendente-ascendente. Relativamente à dispersão, verifica-se que tem maior dispersão durante a fase ascendente (1) e início da fase descendente do movimento (2).

Relativamente à segunda avaliação, verificamos uma maior fluidez de movimento na fase ascendente (1) comparativamente à fase descendente da tarefa (2) e relativamente à dispersão, é superior na fase descendente do movimento (2) quando comparada com o resto do ciclo de movimento.

Isto significa que na segunda avaliação comparativamente com a primeira, o sujeito melhora a fluidez e dispersão, apresentando uma maior coordenação motora intra-segmentar na tarefa de Finger Tapping Test (FTT).

Quando se verifica aquilo que acontece entre planos na execução desta tarefa com a mão não-preferida, verificam-se melhorias nos três planos de movimento da primeira para a segunda avaliação.

4. Discussão

O presente estudo de follow-up teve como primeiro objetivo verificar o efeito de um programa de treino de força na coordenação motora fina intra-segmentar de idosos destreinados através do *Finger Tapping Test* (FTT) pelo que levantou-se a hipótese “após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora fina”.

Com base nos resultados obtidos, verificam-se melhorias ao nível da coordenação motora fina intra-segmentar na maior parte dos participantes, em ambas as mãos. Na execução com a mão preferida, através da análise dos três planos de movimento, é no plano Sagital onde existe maiores coordenações motoras intra-segmentares em relação ao observado nos outros planos, seguido do plano Frontal e por fim, do plano Transversal. Nas figuras 14, 15 e 16 estão representados exemplos de sujeitos que melhoraram ao nível da coordenação motora da primeira avaliação para a segunda. Na execução com a mão não-preferida, de uma forma geral, registaram-se maiores coordenações motoras nos três planos de movimento, da primeira avaliação para a segunda, sendo a Figura 19 um exemplo dessa melhoria, neste caso no Plano Sagital. Pela primeira hipótese levantada, seria expectável que houvesse melhorias para a totalidade da amostra, algo que não foi verificado. Apesar de não terem sido aplicados testes específicos para avaliar a condição física geral e a capacidade funcional de cada um dos idosos, eram visíveis as diferenças entre os vários idosos ao longo das sessões de treino. Alguns idosos eram mais ativos que outros, principalmente os que não foram recrutados através do Centro Social e Paroquial, pelo que pode ser um fator que explica as diferenças nos resultados obtidos. Contudo e após análise dos resultados, aceita-se a hipótese levantada inicialmente.

Este estudo teve como segundo objetivo aplicar os sensores inerciais em recolhas de dados na motricidade fina. Com isso em perspetiva, levantou-se a hipótese “os sensores inerciais conseguem ter sensibilidade para detetar alterações na motricidade fina”. A motricidade fina está presente em vários movimentos do nosso dia-a-dia: na manipulação objetos, na escrita, ao mexer no telemóvel, entre outros, pelo que é importante que se estude de forma aprofundada. A análise da coordenação motora fina em diferentes populações, é de relevante importância e pode servir para despistar doenças neurodegenerativas (Roalf et al., 2018; Suzumura et al., 2016). Para esse efeito, o uso de sensores inerciais começa a ser cada vez mais utilizado na comunidade científica, permitindo fazer uma análise tridimensional do movimento humano, de forma prática e acessível (Camomilla et al., 2018).

Num estudo de Brígida et al. (2024), em que a metodologia aplicada foi semelhante à apresentada no estudo deste capítulo, foram utilizados sensores inerciais com objetivo de verificar se os mesmos permitiam ter sensibilidade às alterações na motricidade grossa e fina em pacientes com Fibromialgia, o que se veio a comprovar. Posto isto, os resultados do estudo aqui realizado com idosos destreinados, vão ao encontro desses. No que diz respeito à segunda hipótese levantada, “os sensores inerciais conseguem ter sensibilidade para detetar alterações na motricidade fina”, esta é aceite.

Apesar de o programa de treino de força conter maioritariamente exercícios de motricidade grossa, com exercícios de flexão/extensão, é possível verificar através dos resultados da coordenação motora fina que este tipo de exercício promove não só benefícios musculares e periféricos, mas também ao nível do Sistema Nervoso Central e córtex motor.

5. Conclusão

Concluída a aplicação de um programa de treino de força, através deste estudo, a idosos destreinados, registaram-se melhorias ao nível da coordenação motora intra-segmentar fina em que o uso de sensores inerciais durante o FTT revelou ser uma forma fácil, prática e pouco dispendiosa de analisar a motricidade fina dos indivíduos. Através da análise dos três planos de movimento durante o Finger Tapping Test, realizado com a mão preferida, verificou-se maior coordenação intra-segmentar no plano Sagital e seguido do plano Frontal e Transversal, respetivamente. Quanto à realização da tarefa com a mão não-preferida, é possível verificar uma melhoria geral da coordenação intra-segmentar nos três planos de movimento, da primeira para a segunda avaliação.

Embora o programa de exercício tenha principalmente movimentos de motricidade grossa, os resultados deste estudo mostram também melhorias ao nível da coordenação motora fina, indicando que o exercício físico traz benefícios também neste tipo de motricidade.

Capítulo IV

Discussão Geral

1. Discussão Geral

A dissertação teve como objetivo verificar o efeito de um programa de treino de força na coordenação motora intra-segmentar de idosos destreinados em tarefas de motricidade grossa (Sentar-Levantar e Marcha) e motricidade fina (Finger Tapping Test) e aplicar como instrumento de recolha, os sensores inerciais.

Registaram-se melhorias ao nível da coordenação motora intra-segmentar na maior parte dos participantes tanto nas tarefas de motricidade grossa como fina, como ficou inicialmente formulado nas nossas hipóteses. Nas tarefas motoras de Sentar-Levantar e Marcha é no plano Sagital que se regista melhor coordenação motora comparativamente aos outros dois planos, seguido do plano Frontal e Transversal. Na tarefa motora do Finger Tapping Test (FTT), quando realizada com a mão preferida é registada maior coordenação motora no plano Sagital e com a mão não-preferida é geral a melhoria que se verifica nos três planos de movimento. Apesar da expectativa inicial, há vários fatores externos, como as características individuais dos idosos, limitações ou desconforto físico previamente referenciado, nível de atividade física e autonomia no seu dia-a-dia, entre outros que podem ter levado a que as melhorias não se registassem na totalidade da amostra. Alguns indivíduos eram mais ativos que outros, com mais ou menos patologias associadas (os idosos que pertenciam ao Centro Social e Paroquial revelaram ser os menos ativos) o que pode ajudar a explicar, em parte, estes resultados. Por outro lado, o programa de exercício físico aplicado também pode ter contribuído para isso pois está orientado para exercícios de flexão/extensão dos diferentes segmentos corporais não contendo exercícios de rotação e/ou abdução/adução, sendo por isso expectável que as principais melhorias após a intervenção aconteçam no plano Sagital do movimento.

Relativamente às questões experimentais que me levaram a aplicar estes dois estudos longitudinais, observou-se no primeiro estudo que um programa de treino de força tem efeitos e produz melhorias ao nível da coordenação motora intra-segmentar de idosos destreinados, em tarefas de motricidade grossa aceitando assim a hipótese levantada “após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora grossa”. No segundo estudo verificou-se que um programa de treino de força tem efeitos e produz melhorias ao nível da coordenação motora intra-segmentar de idosos destreinados, em tarefas de motricidade fina aceitando assim a primeira hipótese levantada “após o programa de treino de força, encontram-se alterações na coordenação motora fina” e, por sua vez, aceita-se a segunda hipótese levantada “os sensores inerciais conseguem ter sensibilidade para detetar alterações na motricidade fina”. Do que é meu conhecimento e pela extensa pesquisa realizada,

na literatura encontram-se vários artigos científicos de análise da coordenação motora inter-segmentar dos membros inferiores mas que não aplicam programas de exercício (Chiu and Chou, 2012; Ippersiel et al., 2021; Wang et al., 2021; Celestino et al., 2021). Apesar disso, no estudo de Daly et al. (2007) foi aplicado um programa de 12 semanas, com sessões de 90 minutos, na análise da coordenação motora inter-segmentar de membros inferiores na marcha em adultos com historial de acidente vascular cerebral. Tendo em conta o descrito anteriormente, os estudos apresentados nesta dissertação são inovadores na medida em que se analisa a coordenação motora intra-segmentar em tarefas de motricidade grossa e fina em idosos destreinados, com a aplicação de um programa de treino de força.

De forma geral, desde o início da intervenção, os participantes sentiram-se melhor a realizar as tarefas do seu quotidiano, não sentiam tanta limitação nos movimentos e tinham mais confiança a realizar os exercícios propostos. Referiram a importância de iniciativas como esta pela questão social, de se sentirem úteis na sociedade e estando disponíveis desde início para participar neste estudo. O sentimento de dever cumprido e a relação que tive e tenho ao dia de hoje com todos os participantes é algo que retiro como valioso desta intervenção.

2. Recomendações e Limitações

Com a aplicação destes estudos surgiram algumas limitações, nomeadamente ao nível da amostra, do programa de treino e dos materiais e procedimentos de avaliação.

Em termos de amostra o pretendido inicialmente era um mínimo de 20 idosos, algo difícil de concretizar tendo em conta os fatores de inclusão para esta intervenção e as limitações ao nível do transporte dos potenciais participantes. Alguns dos que mostraram interesse estavam dependentes de boleias de familiares, não garantindo a frequência mínima semanal de treinos.

Ao nível do programa de treino conclui-se que devia incluir exercícios de rotação e abdução/adução pois este e outros programas já aplicados anteriormente, estão orientados essencialmente para exercícios de flexão e extensão. Recomendaria também a utilização de exercícios mais funcionais, não apenas em máquinas de musculação, com maior transferência para as atividades do quotidiano dos idosos.

Por sua vez, quanto ao equipamento disponível no ginásio onde foi aplicado o programa de treino e apesar de estar equipado com máquinas de qualidade (Matrix), em termos de ergonomia das máquinas poderia não ser a melhor. Inicialmente a ideia seria incluir o exercício de Leg Press o qual não foi possível pois tendo em conta a população alvo destes estudos, a carga mínima da máquina era demasiado elevada

(75kg, sem adição de carga externa). Incluo também nas limitações, o percurso exterior para a marcha pois apesar de seguro não permitia fazer o percurso cem por cento a direito, havendo uma zona a meio em que os idosos se tinham de desviar e o facto de se ter analisado apenas o lado direito dos segmentos corporais que mesmo assumindo a simetria dos resultados, haverá sempre a possibilidade de existirem desequilíbrios entre eles.

Referências Bibliográficas

ACSM. (2021). *American College of Sports Medicine - Guidelines for Exercise testing and Prescription* (Eleventh Edition ed.). Copyright.

Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas*, 75(1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>

Bartlett, R. M. (2014). *Introduction to sports biomechanics: Analysing human movement patterns* (3rd ed.). Abingdon, UK: Routledge.

Bernshtein, N. A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements* ([1st English ed.]). Pergamon Press. <http://books.google.com/books?id=F9dqAAAAMAAJ>

Bondi, D., Robazza, C., Lange-Küttner, C., & Pietrangelo, T. (2022). Fine motor skills and motor control networking in developmental age. *American Journal of Human Biology*, 34(8), e23758. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23758>

Brígida, N.; Catela, D.; Mercê, C.; Branco, M. Predictability and Complexity of Fine and Gross Motor Skills in Fibromyalgia Patients: A Pilot Study. *Sports* **2024**, 12, 90. <https://doi.org/10.3390/sports12040090>

Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of physical education, recreation & dance*, 64(1), 88-90.

Burden, C. J. P., Adrian (Ed.). (2017). *Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide* (2.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203095546>

Byrne, J. E., Stergiou, N., Blanke, D., Houser, J. J., Kurz, M. J., & Hageman, P. A. (2002). Comparison of gait patterns between young and elderly women: an examination of coordination. *Perceptual and motor skills*, 94(1), 265-280.

Camomilla, V., Bergamini, E., Fantozzi, S., & Vannozzi, G. (2018). Trends Supporting the In-Field Use of Wearable Inertial Sensors for Sport Performance Evaluation: A Systematic Review. *Sensors*, 18(3), 873. <https://doi.org/10.3390/s18030873>

Catela, D., Branco, M., Seabra, A., Mercê, C. (2015). *Comportamento Motor: Constrangimentos & Affordances*.

Celestino, M. L., van Emmerik, R., Barela, J. A., Bacca, O., & Barela, A. M. (2021). Effects of limited knee flexion movement in intra-limb gait coordination. *Journal of Biomechanics*, 128, 110712.

Chiu, S. L., & Chou, L. S. (2012). Effect of walking speed on inter-joint coordination differs between young and elderly adults. *Journal of biomechanics*, 45(2), 275-280.

Chiu, S. L., & Chou, L. S. (2013). Variability in inter-joint coordination during walking of elderly adults and its association with clinical balance measures. *Clinical biomechanics*, 28(4), 454-458.

Christianson, M., & Leathem, J. (2004). Development and standardisation of the computerised finger tapping test: Comparison with other finger tapping instruments. *New Zealand Journal of Psychology*, 33, 44–49.

Clemson, L., Mackenzie, L., Ballinger, C., Close, J. C. T., & Cumming, R. G. (2008). Environmental Interventions to Prevent Falls in Community-Dwelling Older People: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Journal of Aging and Health*, 20(8), 954–971. <https://doi.org/10.1177/0898264308324672>

Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2, Bautmans, I., Baeyens, J.-P., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>

Cruz-Jimenez, M. (2017). Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 28(4), 713–725. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.005>

Daly, J. J., Sng, K., Roenigk, K., Fredrickson, E., & Dohring, M. (2007). Intra-limb coordination deficit in stroke survivors and response to treatment. *Gait & posture*, 25(3), 412-418.

Domingos, C., Marôco, J. L., Miranda, M., Da Silva, C. M., Melo, X., & Borrego, C. C. (2023). Repeatability of Brain Activity as Measured by a 32-Channel EEG System during Resistance Exercise in Healthy Young Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1992. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031992>

Galle, S. A., Deijen, J. B., Milders, M. V., De Greef, M. H. G., Scherder, E. J. A., van Duijn, C. M., & Drent, M. L. (2023). The effects of a moderate physical activity intervention on physical fitness and cognition in healthy elderly with low levels of physical activity: A randomized controlled trial. *Alzheimer's Research & Therapy*, 15(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s13195-022-01123-3>

Ghanavati, T., Salavati, M., Karimi, N., Negahban, H., Takamjani, I. E., Mehravar, M., & Hessam, M. (2014). Intra-limb coordination while walking is affected by cognitive load and walking speed. *Journal of biomechanics*, 47(10), 2300-2305.

Ghanavati, T., Karimi, N., Salavati, M., Negahban, H., Mehravar, M., Hessam, M., & Ebrahimi Takamjani, I. (2014). Gender differences in Intra Limb Coordination while walking in older people. *Iranian Rehabilitation Journal*, 12(3), 6-11.

Haagsma, J. A., Olij, B. F., Majdan, M., Van Beeck, E. F., Vos, T., Castle, C. D., Dingels, Z. V., Fox, J. T., Hamilton, E. B., Liu, Z., Roberts, N. L. S., Sylte, D. O., Aremu, O., Bärnighausen, T. W., Borzi, A. M., Briggs, A. M., Carrero, J. J., Cooper, C., El-Khatib, Z., ... Polinder, S. (2020). Falls in older aged adults in 22 European countries: Incidence, mortality and burden of disease from 1990 to 2017. *Injury Prevention*, 26(Suppl 2), i67–i74. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043347>

Ippersiel, P., Robbins, S. M., & Dixon, P. C. (2021). Lower-limb coordination and variability during gait: The effects of age and walking surface. *Gait & posture*, 85, 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.02.009>

Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salvati, L., Lee, Y. I., Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *Physiological Reviews*, 99(1), 427–511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>

Lukšys, D., Jatužis, D., Jonaitis, G., & Griškevičius, J. (2021a). Application of continuous relative phase analysis for differentiation of gait in neurodegenerative disease. *Biomedical Signal Processing and Control*, 67, 102558. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102558>

Lukšys, D., Jatužis, D., Jonaitis, G., & Griškevičius, J. (2021b). Application of continuous relative phase analysis for differentiation of gait in neurodegenerative disease. *Biomedical Signal Processing and Control*, 67, 102558. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102558>

Marcos-Pardo, P. J., Orquin-Castrillón, F. J., Gea-García, G. M., Menayo-Antúnez, R., González-Gálvez, N., Vale, R. G. D. S., & Martínez-Rodríguez, A. (2019). Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 9(1), 7830. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44329-6>

Pereira, C., Rosado, H., Bravo, J., Mendes, F., Veiga, G., Almeida, G., Carús, P., et al. (2017). Manual de avaliação funcional para o risco de quedas em pessoas idosas. Évora: Universidade de Évora.

Rantalainen, T., Karavirta, L., Pirkola, H., Rantanen, T., & Linnamo, V. (2020). Gait Variability Using Waist- and Ankle-Worn Inertial Measurement Units in Healthy Older Adults. *Sensors*, 20(10), Artigo 10. <https://doi.org/10.3390/s20102858>

Rikli, R., Jones, C. (2013). *Senior Fitness Test Manual*.

Roalf, D. R., Rupert, P., Mechanic-Hamilton, D., Brennan, L., Duda, J. E., Weintraub, D., Trojanowski, J. Q., Wolk, D., & Moberg, P. J. (2018). Quantitative assessment of finger tapping characteristics in mild cognitive impairment, Alzheimer's disease, and Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 265(6), 1365–1375. <https://doi.org/10.1007/s00415-018-8841-8>

Sallam, N., & Laher, I. (2016). Exercise Modulates Oxidative Stress and Inflammation in Aging and Cardiovascular Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 1–32. <https://doi.org/10.1155/2016/7239639>

Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C. J., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2019). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (Sixth edition). Human Kinetics.

Schott, N., Johnen, B., & Holfelder, B. (2019). Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults. *Experimental Gerontology*, 122, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.03.012>

Seo, M.-W., Jung, S.-W., Kim, S.-W., Lee, J.-M., Jung, H. C., & Song, J.-K. (2021). Effects of 16 Weeks of Resistance Training on Muscle Quality and Muscle Growth Factors in Older Adult Women with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), Artigo 13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136762>

Society, A. G., Society, G., Of, A. A., & On Falls Prevention, O. S. P. (2001). Guideline for the Prevention of Falls in Older Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 664–672. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.49115.x>

Tieland, M., Trouwborst, I., & Clark, B. C. (2018). Skeletal muscle performance and ageing. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 9(1), 3–19. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12238>

Vikberg, S., Sörlén, N., Brandén, L., Johansson, J., Nordström, A., Hult, A., & Nordström, P. (2019). Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.09.011>

Wang, J., Stephenson, M. L., Hass, C. J., Janelle, C. M., & Tillman, M. D. (2021). Carrying asymmetric loads while walking on a treadmill interferes with lower limb coordination. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4549.

Anexos

Anexo 1. Questionário Inicial.

FICHA DE INSCRIÇÃO REGULAMENTO Data de Inscrição: 2024 / ____ / ____

Nome _____ Cartão Cidadão/BI _____ Arquivo _____ Validade _____

Código Postal _____ Localidade _____ Nº Contribuinte _____ Nacionalidade _____

Data de Nascimento ____ / ____ / ____ e-mail _____ Telemóvel _____ Profissão _____

ANAMNESE DESPORTIVA

Dirigi-se a este Ginásio por razões (estéticas; melhoria da aptidão física; lazer; convívio social; terapêuticas): _____

Pratica atualmente algum tipo de exercício físico? _____ Qual? _____ Nº vezes p/semana _____ horas/dia _____

Praticou algum tipo de atividade desportiva no passado? _____ Qual? _____ Tempo de prática _____

QUESTIONÁRIO DE APTIDÃO PARA A PRÁTICA DESPORTIVA (adaptado de PAR-Q, American College of Sports Medicine)

	Sim	Não
1. Alguma vez o seu médico lhe disse que tem problemas cardíacos?		
2. Tem dores frequentes no seu peito causadas pela prática de atividades desportivas?		
3. Costuma ter tonturas frequentes ou tem desmaios?		
4. Alguma vez o seu médico lhe disse que a sua pressão arterial é elevada?		
5. Alguma vez o seu médico lhe disse que tem problemas ósseos ou articulares que possam ser agravados pelo exercício?		
6. Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial?		
7. Existe alguma razão física pela qual não deva seguir um programa de treino? Se sim, qual?		
8. Tem idade superior a 65 anos e não está acostumado a praticar exercício físico?		

Declaro assumir (nos termos da Lei de Bases da Atividade Física e do Desporto, Lei nº 5/07) a especial obrigação de me assegurar, previamente, de que não tenho quaisquer contraindicações para a prática da atividade que pretendo desenvolver.

Declaro serem verdade todos os dados fornecidos e autorizo o tratamento dos mesmos, tomei conhecimento do regulamento da Academia Biocorpo.

(data 2024 / ____ / ____)

Anexo 2. Programa de Treino de Força.



Professor: Nuno Dias

PLANO DE TREINO

Válido de: 19-06-2023 até: 17-07-2023

Código: 00732

...

A

02 Squat



15x | 15x | 15x | 15x

Iniciar com os pés à largura dos ombros. Comece o movimento flectindo a coxa e os joelhos, sentando-se para trás. Continuar o movimento até à profundidade que consegue revertendo depois o movimento e terminando na posição inicial.

03 Chest Press (na Máquina)



12x | 12x | 12x

Empurre a alavanca até que os braços se encontrem estendidos. Deixe a alavanca regressar à posição inicial até que sinta um ligeiro alongamento nos músculos do peitoral. Repita o movimento as vezes necessárias.

04 Leg Extension



12x | 12x | 12x | 12x

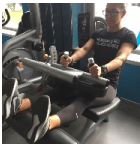
Pés dirigidos para a frente. Extensão, completa, das pernas sobre as coxas. Flexão das pernas até uma angulação de cerca de 90 graus.

05 Puxador ao Peito



12x | 12x | 12x

06 Leg Curl (Sentado)



12x | 12x | 12x | 12x

Procurar manter apoiada a zona lombar no banco, durante todo o exercício. Fletir a perna sobre a coxa com o máximo de amplitude possível, seguida da sua extensão até próximo da amplitude máxima. Manter joelhos ligeiramente afastados e pés em flexão dorsal.

07 Puxador Remo



12x | 12x | 12x