

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

WELLINGTON PEDROSO ESTEVAM DE AMORIM

**ANÁLISE DO CONTROLE DE FORÇA E VARIABILIDADE DA
TAREFA MOTORA POR DINAMOMETRIA DA PREENSÃO
MANUAL DE IDOSOS SUBMETIDOS A DIFERENTES
PROTOCOLOS DE EXERCÍCIOS FÍSICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**

São José dos Campos, 12/2020

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

WELLINGTON PEDROSO ESTEVAM DE AMORIM

**ANÁLISE DO CONTROLE DE FORÇA E VARIABILIDADE DA TAREFA
MOTORA POR DINAMOMETRIA DA PREENSÃO MANUAL DE IDOSOS
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE EXERCÍCIOS FÍSICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Pinto Neto

**São José dos Campos – SP
Dezembro, 2020**

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

WELLINGTON PEDROSO ESTEVAM DE AMORIM

**ANÁLISE DO CONTROLE DE FORÇA E VARIABILIDADE DA TAREFA
MOTORA POR DINAMOMETRIA DA PREENSÃO MANUAL DE IDOSOS
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE EXERCÍCIOS FÍSICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da
Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomé-
dica.

Prof. Dr. Osmar Pinto Neto

Orientador Mestrado em Engenharia Biomédica
Universidade Anhembi Morumbi

Profa. Dra. Livia Helena Moreira da Silva Mélo

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo Osório

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Renato Rocha

Universidade de Taubaté (UNITAU)

São José dos Campos, 12/2020

Todos os direitos reservados.

É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da Universidade, do autor e do orientador.

WELLINGTON PEDROSO ESTEVAM DE AMORIM

Graduado em Educação Física pela Universidade de Taubaté, técnico em Eletrônica, professor e preparador físico na Secretaria de Esportes de Pindamonhangaba, treinador na Academia Arena235, em São José dos Campos.

Ficha Catalográfica

P372a Pedroso, Wellington

Análise do Controle de Força e Variabilidade da Tarefa Motora por Dinamometria da Preensão Manual de Idosos Submetidos a Diferentes Protocolos de Exercícios Físicos / Wellington Pedroso Estevam de Amorim. - 2020.
64f.

Orientador: Osmar Pinto Neto.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Anhembi Morumbi, São José Dos Campos, 2020.

Bibliografia: f.51-56

1. Engenharia Biomédica . 2. Envelhecimento. 3. Exercício físico. 4. Controle de força. 5. Treinamento modal misto.

CDD 610.28

Trabalho dedicado a minha mãe por todo investimento em minha educação, tempo, dedicação, paciência (desde as primeiras letras) e apoio incondicional. Também às queridas Sarah e Giulia, a quem espero fazer o mesmo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, em especial aos meus avós, minha mãe e minhas filhas por todo carinho e suporte. Pela compreensão e acreditar nas minhas “loucuras” e serem o porto seguro, sempre.

Aos colegas de trabalho, amigos e alunos da Arena235, que considero minha segunda casa e tenho prazer e orgulho enorme em fazer parte da história, em trabalhar e dividir as experiências. Sem dúvida é o berço desse trabalho e de onde parte as boas idéias. Obrigado em especial, aos colegas treinadores (*coaches*) na cobertura dos horários, “seguraram muito a onda” nos dias de aula e auxiliaram em muito!

Aos profissionais e colegas: Mirella Moraes, Emerson “Maromba”, Hugo Magalhães, e Geraldo Magalhães além do agradecimento, meu desejo de sorte, sucesso e novos horizontes.

A todos os alunos e atletas que me estimulam a buscar mais o conhecimento para avançar em seus desempenhos, em auxiliá-los nos objetivos e nas conquistas. A qualificação é mais um passo para melhorar nosso trabalho.

A todos os meus professores dos ciclos fundamentais até a graduação, e do programa de Pós-Graduação do Programa de Engenharia Biomédica da Anhembi-Morumbi (campus São José dos Campos). Sou absurdamente grato ao trabalho e dedicação de cada um em minha formação. Sem dúvida!

A Secretaria de Esportes de Pindamonhangaba, colegas gestores e professores pela confiança no trabalho e autorização no ajuste dos horários para acompanhar as aulas, no apoio as pesquisas. Também a Secretaria de Esportes de Taubaté e alunos do programa a 3ª idade pelo apoio e participação neste estudo.

Finalmente, ao professor Dr. Osmar Pinto Neto, orientador, mestre, chefe, amigo e grande irmão, com o qual o aprendizado é diário e extravasa as fronteiras acadêmicas.

“Mares calmos não formam bons marinheiros...”
(Provérbio)

RESUMO

O envelhecimento é um processo contínuo, progressivo, dinâmico e irreversível cujas alterações fisiológicas, morfológicas e bioquímicas promovem modificações no organismo resultando na ineficiência da capacidade funcional de tecidos e sistemas. A perda de massa muscular e da força em função do envelhecer influencia também na independência e autonomia do indivíduo. Entretanto, acredita-se que o treinamento físico pode atenuar algumas dessas perdas e busca-se compreender melhor se esse efeito benéfico do exercício possa ou não ser dependente da modalidade praticada. Desta forma testou-se a força e a variabilidade do controle motor em preensão manual de idosos praticantes de diferentes modalidades de exercícios. Como controle, testou-se também um grupo de jovens. No total, o estudo foi realizado com 47 voluntários, divididos em cinco grupos: jovens praticantes de uma modalidade de treinamento funcional conhecida por modalidade mista de treinamento (MMT) (GJO, n=11); idosos em praticantes de MMT (GMMT, n=8), praticantes de vôlei adaptado e ginástica (GGin, n=9), praticantes de Alongamento (GL, n=9), e de idosos sedentários (Gsed, n=11). Todos os voluntários desempenharam 5 tarefas: força máxima voluntário de pico (MVCp) e constante (MVCc), tarefa de controle de força constante (CFC), com e sem feedback visual, tarefa de controle de força senoidal (CFS) e tarefa orientada a alvo (TOA). Os resultados demonstraram que os jovens obtiveram valores significativamente maiores de MVCp e MVCc do que os idosos. Para CFC, os resultados indicam que os grupos praticantes de MMT, ambos de jovens e idosos, tiveram um desempenho significativamente melhor que os grupos de idosos praticantes de outras modalidade e sedentários. Essa diferença foi observada para a tarefa com feedback visual. Para as tarefas CFS e TAO não houve diferença entre os grupos.

Palavras-chave: Envelhecimento; exercício físico; controle de força; treinamento modal misto; treinamento funcional de alta intensidade.

**ANALYSIS OF THE CONTROL OF STRENGTH AND VARIABILITY OF MOTOR TASK
BY DYNAMOMETRY OF THE MANUAL PRESSURE OF ELDERLY SUBMITTED TO
DIFFERENT PROTOCOLS OF PHYSICAL EXERCISES**

ABSTRACT

Aging is a continuous, progressive, dynamics and irreversible process. It is associated to physiological, morphological, and biochemical changes causes alterations in the organism resulting in losses in functional capacity of tissues and systems. The loss of muscle mass and strength due to aging also influences the individual's independence and autonomy. However, it is known that physical training can attenuate some of these losses, so understanding which type of exercise is the most beneficial is granted. In total, we evaluated 47 volunteers, divided in five groups: young practitioners of a functional training modality known as Mixed Modality Training (MMT) (GJO, n=11), elderly MMT practitioners (GMMT, n=8), elderly Adapted Volleyball and Gymnastics practitioners (GGin, n=9), elderly stretching practitioners (GL, n=9) and 1 group of sedentary elderly (GSede, n=11). All volunteers performed 5 tasks: peak (MVCp) and constant (MVCc), constant strength (CFC), with visual feedback and without, sinusoidal strength (CFS) and target-oriented (TOA). The results showed that the young group reached significantly higher values than elderly in MVCp and MVCc. For the constant strength control task, the results indicated that practitioners of the MMT groups, both young and elderly, have had a significantly better performance than the elderly from other modalities and elderly sedentary. This difference was observed for the task with visual feedback. For the CFS and TAO tasks, there were no differences between groups.

Keywords: Aging, physical training, strength control, mixed modal training, high intensity functional training

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 Objetivos Gerais	18
2.2 Objetivos Específicos	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 Envelhecimento	19
3.2 Alterações Fisiológicas.....	20
3.2.1 Sistema Cardiovascular	20
3.2.2 Sistema Respiratório	20
3.2.3 Sistema Urinário e Reprodutor	20
3.2.4 Sistema Digestivo	21
3.2.5 Sistema Nervoso.....	21
3.3 Anatomia do Sistema Muscular.....	22
3.4 Fisiologia do Sistema Muscular	23
3.5 Força, Resistência e Potência	24
3.6 Atividade Física.....	26
3.6.1 Treinamento de Modalidades Mistas (MMT)	27
3.6.2 Voleibol Adaptado.....	27
3.7 Anatomia e Fisiologia da Mão	28
3.8 Avaliação da Preensão Manual	29
4. MÉTODO	30
4.1 Caracterização da Amostra.....	30
4.2 Critérios de Inclusão e Exclusão da Amostra.....	31
4.3 Descrição das Atividades Realizadas pelos Grupos	31
4.4 Instrumentos de Coleta de Dados	33
4.4.1 Equipamentos	33

4.4.2 Testes	34
4.5 Procedimentos para a Coleta dos Dados	41
4.6 Análise dos Dados.....	42
4.7 Aspectos Éticos.....	42
5. RESULTADOS	43
6. DISCUSSÃO	47
7. CONCLUSÕES.....	50
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO I – Tabelas.....	56
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	62

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

FIGURA 1: Possibilidades de Prensão Manual.....	29
FIGURA 2: Organograma dos Grupos de Estudo e as Atividades Realizadas	33
FIGURA 3: Diagrama do Equipamento de Coleta e Análise dos Dados.....	34
FIGURA 4: Ilustração do Teste de Força Máxima Voluntária de Pico (MVCp)	35
FIGURA 5: Ilustração do Teste de Força Máxima Voluntária Constante (MVCC).....	36
FIGURA 6: Ilustração do Teste Controle de Força Constante (CFC)	38
FIGURA 7: Ilustração do Teste Controle de Força Senoidal (CFS)	39
FIGURA 8: Ilustração do Teste de Tarefa Orientada a Alvo (TOA)	40
TABELA 1: Resultados de Força Máxima (MVCp e MVCC).....	43
TABELA 2: Resultados do Teste de Controle de Força Constante	43

GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Resposta com e sem Feedback SD_MVC.....	45
GRÁFICO 2: Resposta com e sem Feedback CV_MVC.....	46
GRÁFICO 1: Resposta com e sem Feedback RMSE_MVC	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – Análise de Variância

ATP – Adenosina Trifosfato

CFC - Teste de Controle de Força Constante

CFS - Teste de Controle de Força Senoidal

CV – Coeficiente de variação

GJO – Grupo de Jovens

GMMT – Grupo de idosos praticantes de MMT

GGin – Grupo de idosos praticantes de Ginástica e Voleibol

GL – Grupo de idosos praticantes de atividades Leves

GSede – Grupo de idosos sedentários

Metcon – Condicionamento metabólico

MMT – Mixed Modalities Training

MVCp - Máxima Força Voluntária de Pico

MVCc - Máxima força voluntaria constante

OMS – Organização Mundial da Saúde

RMSE – Erro de média quadrática

TCLE – Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento

TOA – Teste de Força Orientada ao Alvo

LISTA DE SÍMBOLOS

< - Menor

= - Igual a

± - Mais ou menos

Hz - Hertz

μ – Média (± desvio padrão)

N – Newton (unidade de medida)

1. INTRODUÇÃO

O envelhecer é parte dinâmica e irreversível da vida e tem características da perda da eficiência metabólica e funcional do organismo. Em 2019, o número de pessoas acima dos 65 anos em todo o mundo era de cerca de 705 milhões contra aproximadamente 605 milhões de crianças entre 0 a 4 anos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 2018, e a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), 2018, o percentual da população de idosos no mundo que em 2015 era de 15% pode chegar a 30% em 2050. O estatuto brasileiro do idoso considera idosa, as pessoas com idade igual ou superior a 60 anos (Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003), consonante com o que estabelece a Organização das Nações Unidas (ONU) na resolução 39/125 que define idoso, em países de desenvolvimento, as pessoas com idade de 60 anos ou mais (SANTOS, 2010).

A diminuição da capacidade mental e física é uma das consequências do envelhecimento e não é um padrão entre os indivíduos, isso porque fatores como hábitos de vida, cuidados com a saúde, atividades cotidianas e exercícios físicos influenciam tanto na qualidade quanto na velocidade do envelhecer. Dentre as capacidades físicas a força muscular, definida como a quantidade de tensão que um músculo ou agrupamento muscular pode gerar para executar um movimento específico ou se opor a uma resistência aplicada ao corpo ou, ao segmento acionado, pode sofrer redução ao longo dos anos.

As mãos são importantes estruturas do corpo humano, sendo uma das principais vias de relacionamento com o meio externo e uma das mais importantes “ferramentas” na execução de nossas atividades diárias (CAPUTO *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2010). A forma como é constituída, considerando o paralelo entre os dedos e seus comprimentos, os polegares opositores, a versatilidade de movimentos diferentes e a enorme quantidade de terminações nervosas presentes permite que possamos, por meio do tato, manusear objetos, determinar temperaturas, texturas e até o nível de rigidez daquilo que tocamos. O conjunto de articulações, músculos e células sensoriais presentes na mão permite a realização de movimentos suaves e absolutamente precisos como o de

tocar um instrumento ou a montagem de componentes em um relógio de pulso. Da mesma forma, a capacidade contrátil destes músculos e o trabalho com demais estruturas do braço permite ações tão violentas como empunhar uma marreta com firmeza ao golpeá-la em uma demolição.

A medida da força muscular através da preensão manual é usada tanto para avaliar o desempenho desportivo, a aptidão física quanto em estudos para compreender o controle motor e relacioná-la a riscos de doenças cardiorrespiratórias, neuromusculares e degenerativas causadas, em especial, pelo envelhecimento (SHAUGHNESSY *et al.*, 2019; LABOTT *et al.*, 2019). Doenças como a osteoporose, o diabetes e a hipertensão, por exemplo, podem influenciar na força muscular geral e conseqüentemente na força de preensão manual. Estudos como o de SANTOS, *et al.* (2018) e CONFORTIN, *et al.* (2018) fazem essa relação entre o desempenho da força de preensão com comorbidades existentes em população mais velha.

A perda de massa muscular e da força em consequência do processo do envelhecimento influencia também na independência e na autonomia do indivíduo, na execução de suas tarefas diárias, tendo relação direta na velocidade e do controle das ações manuais (MACETO *et al.*, 2014; TEIXEIRA, 2016). A redução da força muscular tem relação com a manutenção do equilíbrio, o que pode aumentar o risco de quedas e de possíveis acidentes. Isso gera maior preocupação por conta do indivíduo e cuidados de seus familiares e pares, refletindo na restrição da liberdade de ações ou atividades que possa executar livremente por si só e conseqüentemente aumentando a sua dependência de outros para suas ações cotidianas. Por outro lado, doenças degenerativas como Parkinson, Alzheimer, esclerose, doenças cardiovasculares ou osteoarticulares tem a perda da força relacionada com o quadro de sinais e sintomas da doença e uma vez detectada, também reflete na diminuição autonomia dos acometidos com a lentidão para a execução de algumas tarefas, dificuldade em suportar uma carga ou manter uma força por dado um tempo, como por exemplo segurar firmemente uma travessa e transportá-la até a mesa sem derrubá-la ou pegar uma caneca cheia e leva-la até a

boca, para um gole de uma bebida qualquer, sem que deixe-a cair ou erre na precisão do alvo.

Nesse sentido, a atividade física contribui não somente para a preservação da capacidade cognitiva e motora, mas também para amenizar as perdas de força e massa musculares provocadas pelo avançar da idade (SANTOS *et al.*, 2009) além dos benefícios socioambientais, embora a especificidade da atividade possa contemplar um pouco mais o desenvolvimento de determinada capacidade.

Desta forma, o estudo tem como hipóteses: de que idosos que praticam exercícios físicos regulares devem apresentar diferenças em relação a idosos sedentários no tocante a força e controle desta na realização das tarefas de prensão manual máxima; de que modalidades de exercícios que desenvolvam força e potência muscular como é o caso do treinamento de modalidades mistas (o MMT – modalidade mista de treinamento ou *mixed modality training* no inglês) apresentam diferenças positivas no desempenho dos testes em relação a atividades leves, atividades coletivas ou dinâmicas como ginástica e vôlei adaptado e principalmente em relação aos indivíduos sedentários.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais:

Investigar se há diferenças na força e no controle motor entre grupos de idosos, praticantes de diferentes modalidades de exercícios físicos e jovens praticantes de modalidades mistas de treinamento (MMT).

2.2 Objetivos Específicos:

a) Investigar se há diferenças na força entre os grupos de idosos, praticantes de diferentes modalidades de exercícios físicos e jovens praticantes de MMT por meio dos

testes de força máxima voluntária de pico (MVCp) e força máxima voluntária constante (MVCc).

b) Investigar se há diferenças no controle de força através da variabilidade da tarefa motora entre os grupos descritos por meio dos testes de controle de força constante (CFC) e controle de força senoidal (CFS).

c) Investigar se há diferenças na força e na variabilidade da força entre os grupos descritos por meio do teste de força orientada ao alvo (TOA).

d) Comparar o desempenho dos testes (CFC, CFS e TOA) entre as diferentes classes de idade do estudo (jovens de MMT e idosos).

e) Identificar possíveis adaptações musculares relacionadas aos testes realizados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Envelhecimento

O envelhecimento é um processo contínuo, progressivo, dinâmico e irreversível cujas alterações fisiológicas, morfológicas e bioquímicas promovem modificações no organismo resultando na ineficiência da capacidade funcional de tecidos e sistemas (FERREIRA *et al.*, 2012; CHAGAS & ROCHA, 2012; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002). O somatório de alterações orgânicas, funcionais e psicológicas resultantes do envelhecimento normal recebe o conceito de senescência, enquanto para as afecções que podem ocorrer em virtude do avançar da idade é chamado de senilidade (MERLIN, KURA & BERTOLIN, 2013).

Embora mais visíveis, alterações anatômicas como cabelos brancos, perda de pelos corporais, diminuição da tonicidade da pele e surgimento de rugas, por exemplo, representem as primeiras manifestações de maturidade e do envelhecer, são as alterações fisiológicas que mais influenciam na vida de no cotidiano e não segue um padrão, dependendo também de fatores genéticos, ambientais, hábitos e qualidade de vida.

3.2 Alterações Fisiológicas.

3.2.1 Sistema Cardiovascular

As principais alterações no sistema cardiovascular estão relacionadas ao miocárdio com a possibilidade do aumento de tecido conjuntivo em lugar ao tecido muscular e espessamento do tecido fibroso. O aumento de colágeno também pode ocorrer no pericárdio e no endocárdio, o qual ainda pode sofrer acúmulo de lipídios e cálcio (CARDOSO, 2009; FECHINE & TROMPIERI, 2012).

Valvas, artérias e vasos sanguíneos podem sofrer perda de elasticidade e redução do calibre por consequência, além de estarem sujeitas ao acúmulo de gorduras e colágeno. Isso pode influenciar no aumento da pressão arterial e do risco da ocorrência de uma patologia cardiovascular (VIEIRA & GLASCHAN, 1996; BIANCHI, 2015).

3.2.2 Sistema Respiratório

O envelhecimento interfere nas estruturas pulmonares provocando a redução da elasticidade dos alvéolos, redução da capacidade de difusão do oxigênio, redução dos fluxos expiratórios, elevação da complacência pulmonar e fecho das pequenas vias aéreas.

Estruturas extrapulmonares tais como o enfraquecimento da musculatura torácica, a calcificação das cartilagens e articulações intercostais, a redução dos espaços intervertebrais e a rigidez da cavidade torácica interferem nas pressões inspiratórias e expiratórias dificultando a dinâmica respiratória, reduzindo o fluxo e a pressão do oxigênio circulante (CARDOSO, 2009; FECHINE & TROMPIERI, 2012).

3.2.3 Sistema Urinário e Reprodutor

Após a quarta década de vida o rim, principal órgão do sistema, pode iniciar a diminuição da filtração glomerular e a apresentar maior quantidade de tecido fibroso. O en-

fraquecimento da musculatura pélvica, e o desequilíbrio entre o sistema muscular e nervoso nos neuroreceptores da bexiga, além de uma atrofia da uretra podem contribuir para a ocorrência de incontinência urinária (CARDOSO, 2009).

Quanto ao sistema reprodutor masculino, a fertilidade é preservada, porém a produção de espermatozoides reduz em 50% e o tecido erétil pode sofrer alterações com perda da eficiência de vascularização dos corpos cavernosos e possibilidade de dificuldade de ereção. A próstata pode aumentar em tamanho ao redor da uretra, resultando em dificuldade na micção.

Nas mulheres, a ação implacável do tempo resulta na atrofia de útero, trompas, ovário, da vagina e genitália externa; na diminuição da lubrificação e do fluxo sanguíneo, alteração do pH, perda da libido e enfraquecimento da musculatura do assoalho pélvico.

3.2.4 Sistema Digestivo

Analogamente aos demais sistemas, o envelhecimento interfere na parte digestória da boca ao reto. Nota-se uma ligeira redução no paladar e no padrão de mastigação, uma redução da inervação do esôfago, redução da secreção de insulina e da eficiência do fígado em metabolizar medicamentos, pequena redução na capacidade de absorção de nutrientes no cólon (SILVA, *et al.*, 2015). O enfraquecimento muscular no sistema influencia na ação peristáltica e capacidade de retenção do volume fecal (BIANCHI, 2014).

3.2.5 Sistema Nervoso

É o sistema biológico que mais sofre com as consequências do envelhecimento, marcado por duas características principais: a diminuição do peso total do encéfalo, que pode chegar na ordem de 80% próximo aos 80 anos e a redução na camada cortical em função da diminuição do volume dos giros em virtude de uma atrofia cortical. Também

ocorre o espessamento das meninges, redução do número de neurônios e diminuição de neurotransmissores. (MEIRELES *et al.*, 2008; BIANCHI, 2014).

Tanto sistema nervoso central (SNC) quanto sistema nervoso periférico (SNP) apresentam redução na velocidade de condução nervosa, redução da intensidade dos reflexos, influenciando na velocidade das respostas motoras e na capacidade de ações coordenativas (FECHINE & TROMPIERI, 2012).

Andreis, *et al.* (2018) relataram ser gradativa a perda nas áreas motoras ao longo dos anos influenciado pela deterioração da capacidade de processamento das informações sensoriais por parte do sistema nervoso central, diminuição das respostas proprioceptivas e sensoriais (sistema visual, sistema vestibular e sistema somatossensorial) em função da queda da eficiência das ligações sinápticas (MACEDO *et al.*, 2014). Essas alterações têm como consequência a diminuição da capacidade funcional, tornando o indivíduo mais suscetível a quedas, fragilidade, institucionalização, depressão e outras comorbidades.

3.3 Anatomia do Sistema Muscular

O sistema muscular é composto por cerca de 600 músculos, o que corresponde a algo entre 40 a 50% do peso corporal total e tem como principal característica a conversão da energia química e elétrica produzida pelo corpo, em especial pelo sistema nervoso central, em energia mecânica resultando em contração e movimento (SPENCE, 1991; SHAFFER & NEBLETT, 2010). Tem como principais funções:

- a) Produção de movimentos corporais: não somente a conhecida locomoção e interação com o meio ambiente como o andar, o correr, o saltar e o gesticular de pernas e braços, mas também a ação da musculatura lisa presente nas paredes de órgãos internos e vasos, favorecendo a movimentação de alimentos, urina, fezes, fluídos corporais e o retorno do sangue venoso ao sangue (MARIEB & HOEHN, 2009).

- b) Estabilização postural: a ação conjunta com tecidos ligamentares, tendões, articulações e sistema esquelético permite a manutenção do corpo em diferentes posturas.
- c) Proteção: o sistema muscular protege o sistema esquelético e órgãos internos de impactos mecânicos com o meio externo. Manutenção térmica, quando em conjunto com tecidos epiteliais e adiposos, mantendo a temperatura corporal quando exposta ao ambiente externo.

São muitas as classificações dos músculos. Em relação a sua localização podem ser cutâneos quando presentes ou inseridos logo abaixo da pele, ou profundos, quando inseridos em camada profunda da derme ou nos ossos. Em relação a sua forma, podem ser curto, longos ou largos (SPENCE, 1991; MARIEB & HOEHN, 2009).

Sobre os tipos de fibras, a musculatura pode ser estriada esquelética, composta pela grande maioria dos músculos de contração voluntária; pode ser lisa, de ação involuntária ou estriado cardíaco, com uma estrutura com característica contrátil de ambas, presente apenas no musculo do coração (SPENCE, 1991).

Quanto a sua função, podem ser agonistas quando contraem ativamente para a produção do movimento; antagonistas, quando a contração oferece oposição ao segmento em movimento ou à força aplicada ou sinergista, quando não atua como responsável pelo movimento, mas auxilia a musculatura ou segmento envolvido. Ainda, quando atuando em um segmento para que possa ocorrer um movimento específico em uma articulação adjacente tem a função de estabilizadores ou, quando se contrai para anular uma ação articular indesejável de outro músculo tem a função dada como neutralizador. (SPENCE, 1991; HAMILL, *et al.*, 2012).

3.4 Fisiologia do Sistema Muscular

Os músculos esqueléticos do corpo humano são compostos de células alongadas, multinucleadas chamadas fibras musculares. Cada fibra possui as proteínas contrateis mio-sina e actina, que compõe os filamentos grossos e finos respectivamente, que estão

dispostos paralelamente nas miofibrilas, constituindo as fibras. As miofibrilas estão também paralelamente arranjadas e apresentam um padrão de bandas escuras e claras dispostas em série, que dão o caráter de estrias às fibras de tais músculos.

O estímulo para a contração voluntária é enviado através de terminações nervosas que entram em contato com o músculo esquelético em regiões denominadas de placa motora ou junção mioneural. Essas terminações lançam substâncias que alteram as cargas elétricas da membrana, provocando a liberação de íons cálcio armazenadas no interior do retículo endoplasmático. Os íons cálcio permitem a união da miosina e da actina, e moléculas de adenosina trifosfato (ATP), fruto da quebra metabólica de glicogênio no interior das células, fazem com que a miosina atraia a actina, fazendo-a deslizar, resultando em contração da fibra (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002; MARIEB & HOEHN, 2009).

3.5 Força, Resistência e Potência

O conceito de força está relacionado com a capacidade de tensão ou de contração que um músculo ou grupo muscular consegue exercer ou de se opor a uma determinada carga. O quanto se consegue manter essa contração seja por tempo ou por número de repetições se entende com resistência muscular (MOURA, *et al.*, 2010).

A potência, análogo a física se refere a capacidade de trabalho ou a eficiência dessa ação muscular, cabendo a definição de potência muscular ou força explosiva ou força rápida ou força de velocidade como a capacidade do sistema muscular de exercer contração máxima ou próxima do máximo no menor tempo possível, ou ainda, a capacidade de contrair sucessivas vezes o mais rápido possível.

Essas capacidades são bastante desejáveis e treinadas no ambiente esportivo, mas permeiam a vida de qualquer pessoa, presente nas ações instrumentais da vida diária (AIVD) ter força para segurar uma criança no colo, para carregar sacolas de compra do mercado ao carro ou para casa, varrer a calçada ou realizar um trabalho. Potência e resistência também são úteis em ações básicas da vida diária (AVBD) como sentar-se e

levantar-se ou locomover-se. Estas atividades correspondem a capacidade funcional e quando mantidas no envelhecimento garante a autonomia do indivíduo (ALEXANDRE, 2013).

A diminuição do comprimento, da elasticidade e do número das fibras musculares são indicativos da influência do envelhecer na força muscular, o que resulta diretamente na diminuição da amplitude dos movimentos, na queda do desempenho ou lentidão para a execução de movimento e aumento do tempo de resposta para uma atividade motora (AUYEUNG, *et al.*, 2008; MERLIN, *et al.*, 2013).

Também é notável a perda de massa muscular e elasticidade dos tendões e ligamentos (tecidos conectivos) e da viscosidade dos fluidos sinoviais. Esse processo natural é definido como sarcopenia e a perda da força muscular definida como dinapenia, iniciando lentamente após os 30 anos, podendo ser um pouco mais acelerado após os 60 anos (SHAUGHNESSY *et al.*, 2019; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002). Pícolli *et al.* (2011) menciona que dos 30 aos 50 anos é possível a preservação da condição da força muscular e que após os 50 anos ocorram perdas. Nessa faixa de idade ainda é possível que aconteçam perdas entre 0,7% a 1% massa muscular. A partir dos 70 anos há a possibilidade de queda nessa força entre 8 a 10% e após os 70 anos, perdas entre 20 a 40%.

Com o avançar da idade a autonomia recebe maior importância na qualidade de vida e na autoestima por refletir na liberdade para agir e tomar decisões no dia a dia, relacionadas à própria vida e à independência. Mais ainda, na capacidade de realizar atividades sem a ajuda de outra pessoa, necessitando para isso de capacidades motoras e cognitivas preservadas o suficiente para o bom desempenho das atividades cotidianas (ALEXANDRE, 2013).

A força pode ser avaliada através de protocolos de carga máxima e submáxima dentro de um exercício específico, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) recomenda o exercício de supino e *leg-press* como indicativos da força, onde o resultado pode ser expresso em força relativa, dividindo o valor da máxima carga em uma repetição pelo peso corporal do avaliado. Testes de repetição máxima são utilizados para a

avaliação da resistência muscular. Avaliar a força ao longo do tempo serve como indicativo de possíveis perdas durante o envelhecimento.

3.6 Atividade Física

A atividade física é considerada uma poderosa ferramenta no auxílio da preservação tanto de massa quanto de força muscular, além de estimular o cognitivo e assim o sistema neuromuscular. A prática regular de atividades físicas e de exercícios regulares é recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) contribuindo para o retardo dos processos do envelhecimento, reduzindo ainda os riscos de doenças como diabetes, doenças cardiovasculares, hipertensão, além de auxiliar no controle de peso e da manutenção da densidade óssea (MATSUDO, 2001; MARCHINI, 2015).

A atividade física aeróbia combinada com treinamento de força individualizado contribui para a longevidade do idoso, atuando no controle e prevenção de doenças do sistema cardiorrespiratório, diminuindo os efeitos da redução da frequência cardíaca e do volume de ejeção cardíaco, que são limitantes da eficiência circulatória. Embora a capacidade aeróbia decresça com a idade, idosos fisicamente ativos conseguem manter tal capacidade semelhante a jovens ativos, com níveis superiores a idosos inativos e jovens sedentários (FECHINE & TROMPIERI, 2012).

Além das atividades tradicionais, exercícios tidos como funcionais tem ganhado popularidade e aumento de procura por diferentes faixas etárias, incluindo idosos. Embora não haja uma definição clara para “exercícios funcionais” estes se diferenciam por utilizarem métodos ou protocolos variados dentro de uma mesma sessão de treinamento, combinados com exercícios multiarticulares ou integrados visando o ganho de força, resistência e potencia. Usualmente ainda incluem sessões ou parte de uma sessão para atividades com mais intensidade (MARCHINI, 2015; LITTBRANDT *et al.*, 2011, GOMÊS E 1992).

Da Silva, *et al.* (2015) mencionam que exercícios funcionais, que envolvem movimentos próximos as atividades cotidianas ou com transferência em sua rotina desafiam os

diversos componentes do sistema nervoso, contribuem para capacidade funcional e a manutenção geral da saúde do indivíduo. Assim, idosos que se mantêm ativo e frequentes com exercícios ao longo da vida obtêm ganhos em saúde, maior autonomia e independência na condução de sua própria vida.

3.6.1 Treinamento de Modalidades Mistas (MMT)

O MMT tem crescido em popularidade e procura, adotado por muitos profissionais como ferramenta de treinamento e preparação física geral. O MMT origina da combinação de diversos movimentos de diferentes modalidades com programas de treinamento físico, tendo como o principal objetivo a melhoria do condicionamento geral de seus praticantes, independente da idade, nível de condicionamento e provável limitação. Visa desenvolver níveis adequados de força muscular, resistência e mobilidade para conseguir desempenho satisfatório no trabalho, nas atividades recreativas e na rotina cotidiana. Visando melhorar o condicionamento físico geral o treinamento de MMT mistura exercícios pliométricos e calistênicos, além de movimentos de esportes como: levantamento de peso olímpico (*weightlifting*), levantamento de peso básico (*powerlifting*), ginástica olímpica, atletismo, *strongman*, entre outros, os quais são prescritos usando diferentes protocolos e periodizações comuns ao treinamento intervalado e de alta intensidade, treinamento de força e de potência entre outros (Machini *et al.*, 2017).

3.6.2 Voleibol Adaptado

O voleibol adaptado surgiu na Alemanha no ano 1956, como alternativa a prática de atividade física aos soldados da segunda guerra mundial que ficaram com alguma seqüela de batalha e queriam praticar algum jogo, mesmo com a dificuldade em movimentar-se. Inicialmente, o Sitzball era jogado sentado no chão, mas este era um jogo muito passivo e então combinaram com a dinâmica do voleibol. Embora criado para a comunidade de deficientes, o voleibol adaptado é uma das atividades mais praticadas

por atingir público de várias idades. Além da aplicação para a iniciação esportiva na modalidade, tem grande aceitação e procura pelo público da terceira idade, pois desenvolve o raciocínio, o tempo de resposta, a velocidade e a agilidade, além de aspectos sociais (NETO & NOGUEIRA, 2012).

A dinâmica é bem semelhante a do voleibol tradicional com ajustes referentes ao saque, onde a bola pode ser simplesmente lançada com as mãos e a forma de passe, que permite segurar a bola, mas sem que se locomova com posse da mesma (PEDRA, *et al.* 2014, COELHO, *et al.*, 2018).

3.7 Anatomia e Fisiologia da Mão

A estrutura da mão é composta por 27 ossos, 17 articulações e 19 músculos, que permite 23 graus de liberdade (4 para cada dedo, 5 para o polegar e 2 para toda a mão). A sustentação da mão é feita pelo antebraço, que além de conectar a mão ao restante do corpo recebe as inserções de grande parte dos músculos extrínsecos, responsáveis pela flexão, extensão, adução, abdução e rotação dos dedos (Cruz, 2017). Pequenos músculos intrínsecos e profundos ligam as falanges e possibilitam movimentos entre os dedos (SANTOS, 2019).

A posição do polegar, em oposição aos demais dedos é considerada um grande diferencial evolutivo em comprado aos demais seres, sem contar a pele que envolve as mãos a qual possui numerosas terminações nervosas e uma textura diferenciada. Segundo Kapandji (in Cruz, 2017; in Paschoarelli & Menezes, 2019), os movimentos das mãos são classificados como preensões digitais, palmares e centradas.

As preensões digitais: podem ser bidigitais ou pluridigitais (descritas abaixo e ilustradas na figura 1).

- Bidigitais: quando executadas por dois dedos, possível por quatro formas distintas, sendo três delas em forma de pinça.

i) preensão por oposição terminal – polegar oposto ao dedo, bem em suas extremidades.

ii) preensão polpa a polpa – polegar e dedo em oposição, porém com contato feito entre as polpas dos dedos.

iii) preensão pulpo-lateral – polegar em oposição a lateral de um dos dedos

iv) preensão interdigital lateral – quando realizada com a lateral de dois dedos.

- Preensões Pluridigitais: quando o polegar se opõe a mais de um dos dedos.

II) Preensões Palmares: quando o objeto é agarrado com toda a mão.

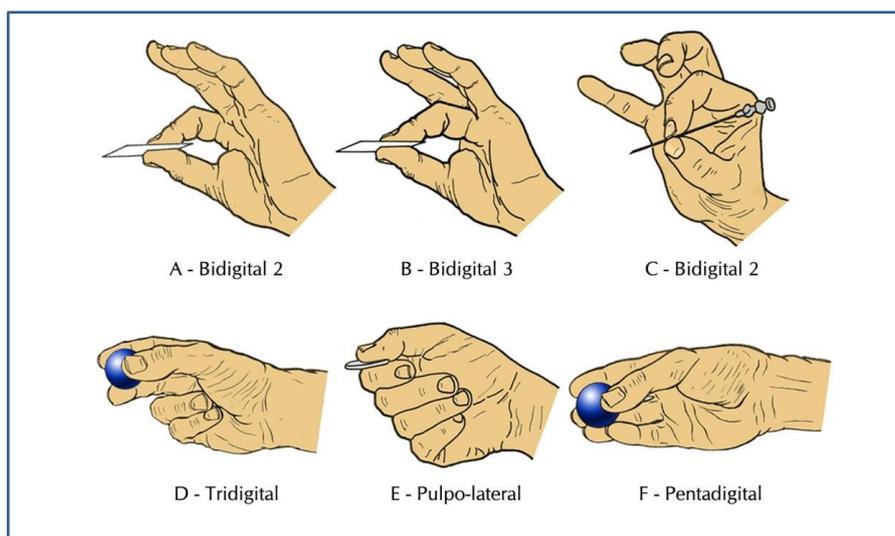


Figura 1 – Possibilidades de preensão manual

3.8 Avaliação da Preensão Manual

O teste de preensão manual por dinamômetro é utilizado tanto como avaliação da resistência muscular geral como para a avaliação da força máxima. A medida da força de preensão é uma das mais utilizadas na avaliação de casos clínicos de patologias nos membros superiores, possibilitando informações práticas sobre distúrbios musculares,

nervosas ou articulares. É uma medida rápida, de baixo custo e de muita simplicidade em sua aplicação (Caputo, 2014).

Diversos estudos utilizaram o teste de preensão manual para a avaliação da força geral e a relacionar com os riscos de desenvolver doenças do envelhecimento, da capacidade funcional do indivíduo e do controle motor. Xue *et al.* (2011) relataram riscos maiores de doenças vasculares em mulheres com perda de força manual, relacionando a perda de força com a possibilidade de redução de massa muscular e do aumento de peso e perda de mobilidade. Labott *et al.* (2019) mencionaram o teste de força manual como um indicador de qualidade de vida em idosos, relacionando com a perda de força nas mãos e da possibilidade de redução da independência na execução de tarefas diárias.

Estudos sobre controle de força e de força manual indicam que adultos mais velhos apresentam maior variabilidade na execução de uma tarefa, o que significa que podem apresentar variações não intencionais ao executar uma tarefa ou tentar manter a força aplicada (CHRISTOU, 2010, KORNATZ *et al.*, 2005). Assim, a adaptabilidade motora reduzida com o envelhecimento resulta de uma maior demanda na reorganização da produção motora relacionada à tarefa (HONG, *et al.*, 2008) o que reforça a hipótese de que a perda de força no envelhecimento contribui para a perda de eficiência e destreza na execução de tarefas.

4. MÉTODO

4.1 Caracterização da Amostra:

O estudo fora desenvolvido com a participação de 47 voluntários (n=47), destes 15 homens e 32 mulheres, os quais foram classificados como jovens aqueles com idade compreendida entre 18 e 35 anos e classificados como idosos aqueles com idade entre 60 e 85 anos (ilustrado na figura 2).

O **grupo de jovens (GJO)** foi composto por 11 voluntários (n=11), com idade média de $28,34 \pm 4,44$ anos, todos praticantes de **MMT** (Modalidade Mista de Treinamento) há pelo menos um ano. O grupo de idosos, formado por 36 voluntários (n=36) com idade média de $66,86 \pm 8,19$ anos, foi dividido em 4 subgrupos: **Grupo MMT (GMMT)**, composto por 8 voluntários; **Grupo Ginástica (GGin)**, composto por 9 voluntários; **Grupo Leve (GL)** composto por 9 voluntários e **Grupo Sedentário (GSede)**, composto por 10 voluntários.

4.2 Critérios de Inclusão e Exclusão da Amostra:

Participaram da pesquisa os voluntários que atendiam a faixa de idade estabelecida para os grupos, que gozavam de boa saúde física e mental, que após tomarem ciência do experimento concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Estabeleceu-se como critério de inclusão aos grupos praticantes de exercícios com a prática da modalidade de exercícios físicos por pelo menos 3 meses regularmente. Participantes do grupo **GSede**, deveriam ter uma rotina normal diária, porém sem a prática dos exercícios físicos regulares. Ter a disponibilidade para participar dos testes independentes do grupo de classificação.

Voluntários que apresentaram problemas de saúde crônicos, lesões neuromusculares ou articulares que impedissem a realização dos testes foram excluídos do estudo.

4.3 Descrição das Atividades Realizadas pelos Grupos:

O grupo **GJO** praticou o MMT com frequência de treinos entre 3 a 5 dias na semana, em sessões com duração de 1 a 2 horas. O grupo **GMMT** praticou o MMT com frequência de 2 a 3 vezes na semana em sessões de 1 hora de duração. O grupo **GGin** praticou o voleibol adaptado a melhor idade por 1 a 2 vezes na semana, em aulas de 50 minutos, e aulas de ginástica localizada por 2 a 3 vezes na semana, com duração de

cerca de 1 hora. Parte dos voluntários desse grupo praticavam uma aula seguida da outra e uma outra parte, em dias alternados, dependendo dos horários de suas turmas e da disponibilidade dentro do ginásio que praticavam.

O grupo **GL** participou de aulas de alongamento 2 vezes por semana, com duração de 1 hora e o grupo **GSede** foi formado por voluntários sedentários que não praticavam nenhum exercício físico regular ou frequente, tendo como atividade somente a da rotina diária, na maior parte, comum a rotina dos voluntários dos demais grupos.

a) MMT: as sessões de treinamento do grupo **GMMT** consistiram de 5 a 10 min de atividades para o aquecimento articular, alongamento e preparação do movimento, seguido de uma parte destinada ao aprendizado e/ou correção de um movimento em específico e então um exercício que contemple o desenvolvimento de força ou potência através de pesos livres ou combinação de exercícios com pesos livres e do próprio peso corporal.

Na sequência, realizaram cerca de 10 a 15 minutos de exercícios combinando força, agilidade, coordenação, resistência cardiorrespiratória e resistência muscular em uma combinação de exercícios pré-estabelecidos. Então, para finalizar a sessão, cerca de 5 min de exercícios que contribuam para o controle da respiração e o alongamento.

b) Vôlei Adaptado a Melhor Idade e Ginástica: as aulas de vôlei adaptado a melhor idade consistiram de 5 minutos de aquecimento articular e preparação de membros superiores e inferiores para os movimentos do vôlei, seguido de exercícios combinando deslocamento em diferentes direções e exercícios para o desenvolvimento dos fundamentos do voleibol, com duração aproximada de 15 minutos.

Então o grupo era dividido em times de 6 pessoas cada para cerca de 5 minutos de treinamento de jogadas e na sequência, cerca de 20 minutos de jogo. Após as partidas, o grupo realizou exercícios de alongamento respiração e alongamento.

As aulas de ginástica consistiram de um aquecimento geral, variando entre as sessões de treino com movimentos gerais, atividades recreativas, caminhadas, exercícios de coordenação e alongamento. Na continuidade, realizaram exercícios localizados para

ação em grupos musculares específicos, exercícios posturais e de resistência cardio-respiratória. Ao final, novamente tem-se o alongamento e o relaxamento.

c) Alongamento: as sessões de alongamento contemplavam atividades recreativas e caminhada no início, para aquecimento musculo-articular e preparação para o movimento. Em sua parte principal, combinou diferentes técnicas e exercícios de alongamento, relaxamento, exercícios de correção postural e isometria, técnicas de Pilates em solo.

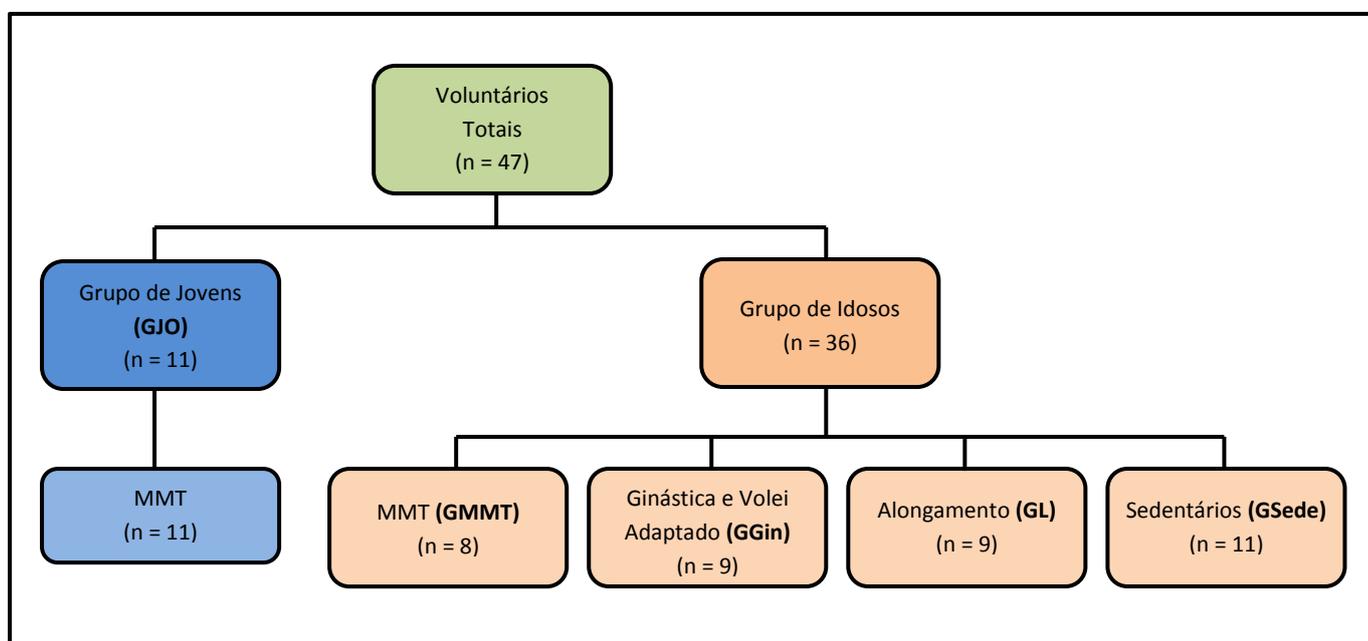


Figura 2: Organograma dos grupos do estudo e as atividades realizadas

4.4 Instrumentos de Coleta de Dados:

4.4.1 Equipamentos:

Os dados de força foram coletados por um dinamômetro digital de prensão manual (modelo HD-BTA, Vernier Software & Technology, EUA), conectado a um canal da interface LabQuest Mini (Vernier Software & Technology, EUA) para a visualização do

sinal e armazenamento dos dados através do software Logger Pro 3.8.6 (Vernier Software & Technology, EUA), conforme ilustra a figura 3.

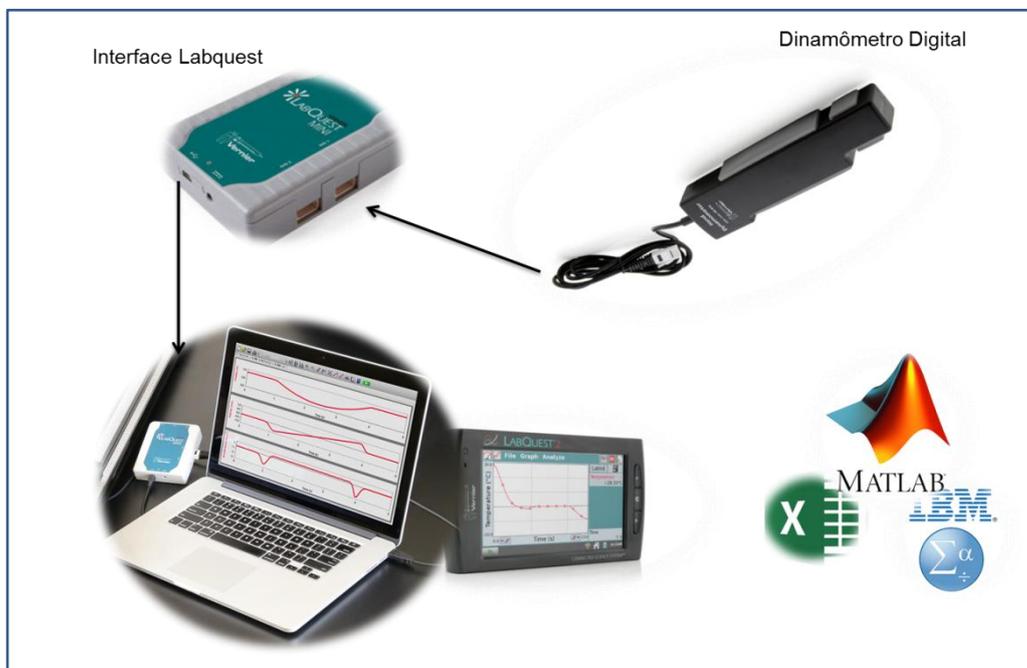


Figura 3 – Diagrama do equipamento de coleta e análise dos dados

4.4.2 Testes:

a) Teste de Força Máxima Voluntária de Pico (MVCp)

O voluntário se posicionava sentado em uma cadeira, mantendo-se de frente para um monitor posicionado a cerca de 1,5 metros de distância, com os pés paralelos e no chão, joelhos flexionados aproximadamente 90°, confortavelmente encostado mantendo a coluna reta, braços relaxados lateralmente ao corpo, com os cotovelos flexionados de forma a manter o ângulo próximo de 90° no lado dominante de modo que a mão fique a frente do corpo e o lado oposto, com a mão e antebraço relaxado sobre as pernas.

Uma vez nesta posição o voluntário então, empunhava o dinamômetro digital em sua mão dominante, e ao sinal do pesquisador, deveria imprimir o máximo de força de

preensão manual por meio da flexão dos dedos possível no equipamento, apertando-o na mão, em movimento único (um pulso) e relaxar, repetindo sequencialmente mais duas vezes, também ao sinal do pesquisador, totalizando 3 tentativas seguidas. O sinal resultante de suas tentativas pode ser acompanhado pelo voluntário em tempo real, com escala ajustada em tempo real pelo software e medidas expressas em Newtons (N). Para a coleta foi programado um tempo de 25 segundos e taxa de amostragem de 50 amostras por segundo.

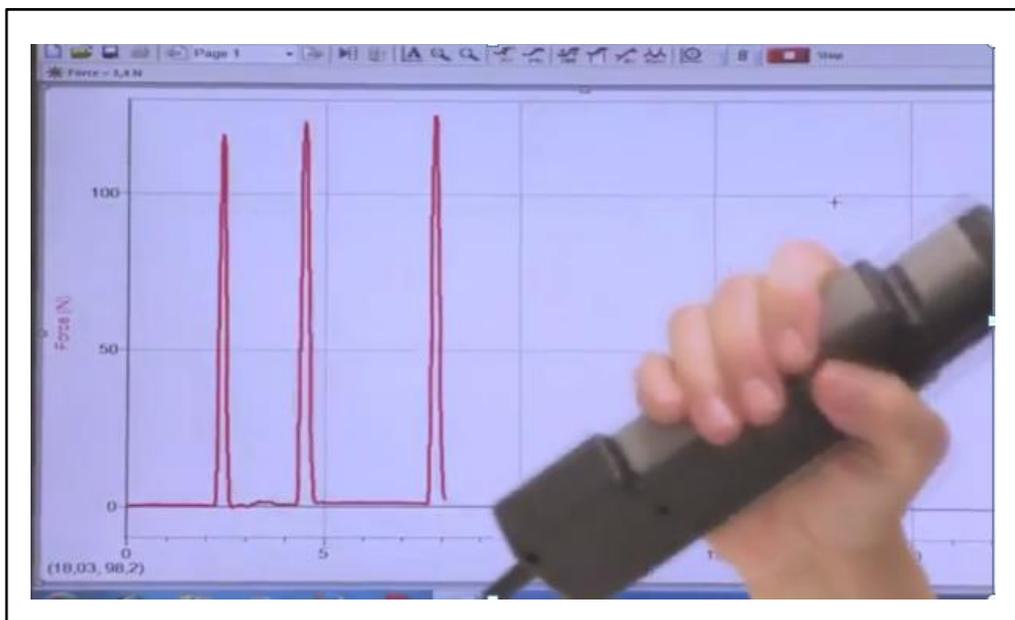


Figura 4 – Ilustração do Teste de Força Máxima Voluntária de Pico (MVCp)

b) Teste de Força Máxima Voluntária de Constante (MVCc)

O voluntário se posicionava sentado em uma cadeira, mantendo-se de frente para um monitor posicionado a cerca de 1,5 metros de distância, com os pés paralelos e no chão, joelhos flexionados aproximadamente 90°, confortavelmente encostado mantendo a coluna reta, braços relaxados lateralmente ao corpo, com os cotovelos flexionados de forma a manter o ângulo próximo de 90° no lado dominante de modo que a mão fique a frente do corpo e o lado oposto, com a mão e antebraço relaxado sobre as pernas.

Uma vez nesta posição o voluntário então, empunhava o dinamômetro digital em sua mão dominante, e ao sinal do pesquisador, deveria imprimir o máximo de força de preensão manual por meio da flexão dos dedos possível no equipamento, o apertando na mão, em movimento único e segurando por 3 segundos (na contagem do pesquisador) tentando manter por esse tempo a força o mais constante possível e relaxar em seguida, repetindo sequencialmente mais duas vezes, também ao sinal do pesquisador, totalizando 3 tentativas seguidas. O sinal resultante de suas tentativas pode ser acompanhado pelo voluntário em tempo real, com escala ajustada em tempo real pelo software e medidas expressas em Newtons (N). Para a coleta foi programado um tempo de 25 segundos e taxa de amostragem de 50 amostras por segundo.

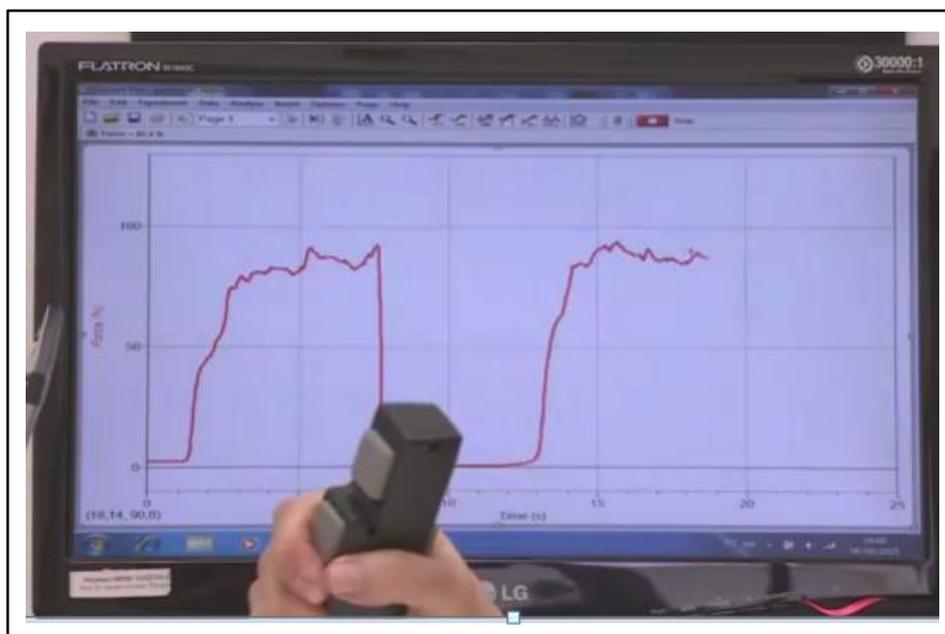


Figura 5 – Ilustração do Teste de Força Máxima Voluntária Constante (MVCC)

c) Teste de Controle de Força Constante (CFC)

O voluntário se posicionava sentado em uma cadeira, mantendo-se de frente para um monitor posicionado a cerca de 1,5 metros de distância, com os pés paralelos e no chão, joelhos flexionados aproximadamente 90°, confortavelmente encostado mantendo a coluna reta, braços relaxados lateralmente ao corpo, com os cotovelos flexio-

nados de forma a manter o ângulo próximo de 90° no lado dominante de modo que a mão fique a frente do corpo e o lado oposto, com a mão e antebraço relaxado sobre as pernas.

Com o uso do software foi programado para que, ao início da coleta, se traçasse uma linha horizontal constante automaticamente no monitor, na altura do valor correspondente a 20% do resultado obtido no teste MVCc do voluntário, a qual percorreria a tela por todo o período de coleta, fixado em 25 segundos. Para que o voluntário pudesse ver tal linha com plena clareza e ao centro da tela, foi ajustada a escala gráfica para a exibição, com unidade de medida em Newtons (N). Para a coleta foi programado um tempo de 25 segundos e taxa de amostragem de 50 amostras por segundo.

Um anteparo foi colocado para tampar o monitor, de modo que ocultasse a porção direita a partir do centro, de forma que o voluntário pudesse ver somente do início até a metade do sinal produzido.

Então, era solicitado que o voluntário, empunhando o dinamômetro em sua mão dominante, aplicasse uma força de prensão manual, flexionando os dedos e comprimindo o material em sua mão, de modo que a sua força vista em tempo real através de uma linha resultante no monitor fosse suficiente para acompanhar com precisão a linha produzida que corria horizontalmente ao centro do monitor durante todo o período da coleta, sendo que durante os 10 primeiros segundos, o voluntário receberia o feedback visual, visualizando a linha automática e a resultante de sua força no dinamômetro e, durante o restante do tempo deveria tentar manter a força estimada, porém “às cegas”, sem a observação nem da linha automática, tampouco a produzida por sua força.



Figura 6 – Ilustração do Teste Controle de Força Constante (CFC) com e sem feedback visual.

d) Teste de Controle de Força Senoidal (CFS)

O voluntário se posicionava sentado em uma cadeira, mantendo-se de frente para um monitor posicionado a cerca de 1,5 metros de distância, com os pés paralelos e no chão, joelhos flexionados aproximadamente 90°, confortavelmente encostado mantendo a coluna reta, braços relaxados lateralmente ao corpo, com os cotovelos flexionados de forma a manter o ângulo próximo de 90° no lado dominante de modo que a mão fique a frente do corpo e o lado oposto, com a mão e antebraço relaxado sobre as pernas.

Com o uso do software foi programado para que, ao início da coleta, se traçasse uma linha horizontal senoidal automaticamente no monitor, variando nos picos positivos em valor máximo correspondente a 30% do resultado obtido no teste MVCc do voluntário e, nos picos negativos em valor máximo correspondente a 10% do resultado do teste MVCc, de modo que o valor médio fosse o correspondente a 20% do resultado obtido no teste MVCc do voluntário.

Ao início da coleta foi gerada uma linha senoidal a qual percorreria a tela por todo o período de coleta, fixado em 25 segundos. Para que o voluntário pudesse ver tal linha com plena clareza e ao centro da tela, foi ajustada a escala gráfica para a exibição, com

unidade de medida em Newtons (N). Para a coleta foi programado um tempo de 25 segundos e taxa de amostragem de 50 amostras por segundo.

Então, era solicitado que o voluntário, empunhando o dinamômetro em sua mão dominante, aplicasse uma força de prensão manual, flexionando os dedos e comprimindo o material em sua mão, de modo que a sua força, vista em tempo real através de uma linha resultante no monitor, fosse suficiente para acompanhar com precisão a linha produzida e que oscilava horizontalmente ao centro do monitor durante todo o período da coleta.

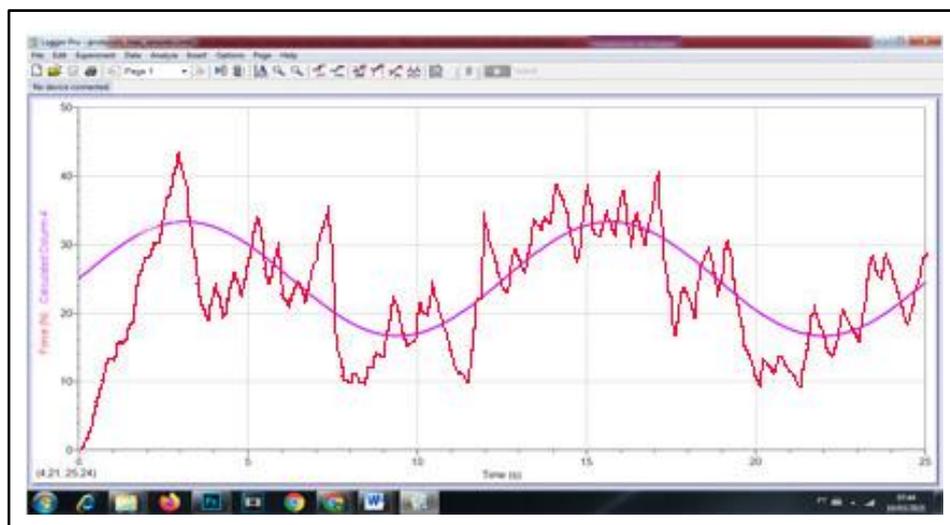


Figura 7 – Ilustração do gráfico produzido no Teste Controle de Força Senoidal (CFS)

e) Teste de Tarefa Orientada a Alvo (TOA)

O voluntário se posicionava sentado em uma cadeira, mantendo-se de frente para um monitor posicionado a cerca de 1,5 metros de distância, com os pés paralelos e no chão, joelhos flexionados aproximadamente 90°, confortavelmente encostado mantendo a coluna reta, braços relaxados lateralmente ao corpo, com os cotovelos flexionados de forma a manter o ângulo próximo de 90° no lado dominante de modo que a mão fique a frente do corpo e o lado oposto, com a mão e antebraço relaxado sobre as pernas.

Com o uso do software foi programado para que, ao início da coleta, se traçasse uma linha horizontal constante automaticamente no monitor, na altura do valor correspondente a 20% do resultado obtido no teste MVCp do voluntário, sendo esta acionada no primeiro instante de força aplicada ao dinamômetro, pelo voluntário, com duração de 0,5 segundos e um pequeno adesivo posto ao centro do monitor como referência de alvo. Para que o voluntário pudesse ver tal linha com plena clareza e ao centro da tela, foi ajustada a escala gráfica para a exibição, com unidade de medida em Newtons (N). Para a coleta foi programado um tempo de 0,5 segundos e taxa de amostragem de 50 amostras por segundo.

Para a tarefa, era solicitado que o voluntário, empunhando o dinamômetro em sua mão dominante, aplicasse um pulso de força de preensão manual, flexionando os dedos e comprimindo o material em sua mão, em 250 milissegundos (POSTON *et al.*, 2010) de modo que a sua força vista em tempo real através de uma linha resultante no monitor fosse suficiente para alcançar a linha gerada automaticamente bem no centro da tela, próxima do alvo e fazendo com que o pico máximo da sua força produzida e gerada na tela atingisse com precisão a linha, no tempo e na intensidade corretas.

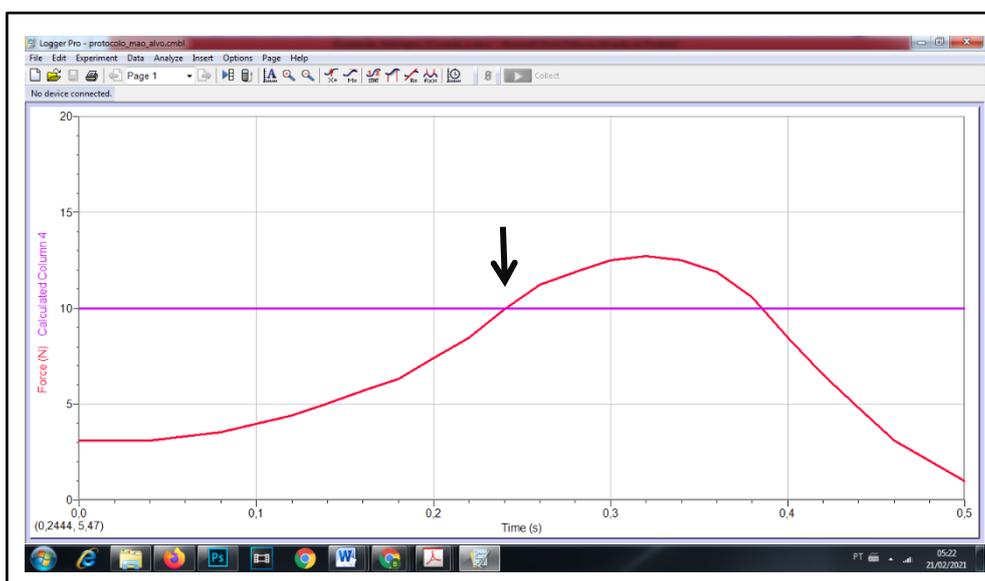


Figura 8 – Ilustração do gráfico produzido no Teste de Tarefa Orientada a Alvo (TOA), no detalhe, a linha resultante da força ultrapassando o alvo e ligeiramente adiantada em relação ao centro.

4.5 Procedimentos para a Coleta dos Dados:

Os voluntários realizaram o mesmo protocolo de testes, ocorrido em uma única sessão, de acordo com a data e horário agendados previamente, marcado conforme a preferência e disponibilidade dos voluntários, sendo atendido um único voluntário por vez.

Os voluntários foram orientados a comparecer com roupa confortável e favorável a prática de exercício físico. Ao chegar, foram recepcionados em sala pelo pesquisador onde recebiam as informações sobre a pesquisa, dos procedimentos e da dinâmica dos testes realizados. Em seguida, não havendo dúvidas e estando de acordo era lido o TCLE e solicitada a assinatura.

Uma vez direcionados para o local de realização dos testes, o pesquisador explicava qual seria a primeira tarefa e o seu objetivo, demonstrava e permitia a prática do voluntário para assegurar-se do entendimento sobre o teste, para então o aplicar.

Seguiu-se a seguinte ordem: realização de 3 ações de MVCp seguido de 3 ações de MVCc na mesma coleta. Os valores máximos de MVCp e MVCc eram medidos através de ferramenta do próprio software, anotado e então o arquivo era salvo e exportado. Na sequência, eram ajustados os parâmetros no software e realizado o teste de CFC, sendo permitida em média 3 tentativas para entendimento da tarefa e então, coletados os dados. Foram realizadas 10 tentativa seguidas, sendo cada arquivo gerado salvo e exportado ao final de cada tentativa.

Em seguio, eram ajustados os parâmetros no software e realizado o teste de CFS, sendo permitido em média 3 tentativas para entendimento da tarefa e então coletar os dados. Foram realizadas 10 tentativa seguidas, sendo cada arquivo gerado salvo e exportado ao final de cada tentativa.

Finalmente, eram ajustados os parâmetros no software e realizado o teste de TOA, sendo permitida em média 3 tentativas para entendimento da tarefa e então coletar os dados. Foram realizadas também 10 tentativas seguidas, sendo cada arquivo gerado salvo e exportado ao final de cada tentativa.

4.6 Análise dos Dados:

Os dados coletados foram tabulados e organizados através do software Microsoft Excel. Um filtro passa-banda 0,1 a 15Hz (Butterworth, ordem 4) foi aplicado para a eliminação de ruídos do equipamento e posteriormente calculado as variáveis: média, desvio padrão (SD), coeficiente de variação (CV) e erro médio quadrado (RMSE) por rotinas através do software MatLab, versão 2017 (Math Works, Natimite dck, MA), com análise estatística destas variáveis, análise de variâncias e teste Post-Hoc efetuadas pelo software SPSS (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Para as tarefas de oscilação de força isométricas, a variabilidade de força foi determinada por 3 diferentes variáveis: o SD, o CV e o RMSE. Note que essas variáveis comumente usadas em estatística aqui tem outra aplicação. O SD e o CV aqui referem-se a oscilação dos valores de força através do tempo em cada tentativa de cada sujeito de manter uma força constante em cima da linha. Sendo assim, o SD e o CV referem-se a precisão de cada sujeito, sendo o CV uma medida de precisão normalizada pela força exigida na tarefa por cada voluntário. Já o RMSE leva em consideração a distância da força produzida pelo sujeito a cada instante do alvo, e assim determina a acurácia de sujeito em cada tentativa.

A média foi calculada para análise dos valores médios de força de cada indivíduo entre as suas tentativas e da força média de cada grupo. Da mesma forma, o desvio padrão, para a análise da média do erro entre as tentativas para as tarefas CFC, CFS e TOA. O cálculo do CV para determinar a precisão das tentativas e a precisão em relação a "linha meta". Para a comparação da acurácia utilizou a normalização dos resultados para a comparação do desempenho entre os voluntários e os grupos.

4.7 Aspectos Éticos:

O projeto foi submetido e aprovado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade através da Plataforma Brasil, sob número CAAE 04228613.0.0000.5494. Antes do início da pesquisa, todos os voluntários participantes receberam explicações dos objetivos e

dos testes que foram aplicados, concordando e assinando o TCLE (apêndice A) em duas vias, ficando uma em sua posse e outra com o pesquisador responsável.

5. RESULTADOS

Os resultados do estudo são apresentados nas tabelas, a seguir:

Tabela 1: Resultados de Força Máxima (MVCp e MVCc)

Valores expressos em Newton (N)

TAREFA	GRUPOS				
	Jovens	Idosos			
	GJO	GMMT	GGin	GL	GSede
Força Máxima Voluntária de Pico (MVCp)	289,77 ± 96,20	171,45 ± 43,68	190,06 ± 54,25	141,24 ± 53,18	185,99 ± 77,51
Força Máxima Voluntária Constante (MVCc)	226,97 ± 110,84	124,35 ± 47,55	143,66 ± 70,14	105,63 ± 50,56	123,83 ± 89,47

Tabela 2: Resultados do Teste de Controle de Força Constante

Valores expressos em Newton (N)

		Teste de Controle de Força Constante (CFC)				
		Condição	Desvio Padrão (SD)	Coefficiente de Variação (CV)	Erro Médio (RMSE)	
GRUPOS	Jovens	GJO	c/ Feedback	1,000 ± 0,4340	0,0286 ± 0,0146	0,0207 ± 0,0147
			s/ Feedback	0,8990 ± 0,6068	0,0351 ± 0,0230	0,0207 ± 0,0147
	Idosos	GMMT	c/ Feedback	0,5866 ± 0,2408	0,0627 ± 0,0082	0,0151 ± 0,0053
			s/ Feedback	0,4991 ± 0,3661	0,02662 ± 0,0080	0,0152 ± 0,0053
		GGin	c/ Feedback	0,7470 ± 0,2482	0,0197 ± 0,0091	0,0127 ± 0,0077
			s/ Feedback	0,7105 ± 0,3390	0,0242 ± 0,0163	0,0152 ± 0,0077
		GL	c/ Feedback	1,6376 ± 0,7244	0,0623 ± 0,0732	0,0372 ± 0,0267
			s/ Feedback	1,3809 ± 0,8664	0,0672 ± 0,0446	0,0127 ± 0,0267
		GSede	c/ Feedback	0,7388 ± 0,4223	0,0224 ± 0,0129	0,0155 ± 0,0121
			s/ Feedback	0,6144 ± 0,3529	0,0256 ± 0,0175	0,0155 ± 0,0122

No teste de Força Máxima Voluntária de Pico (MVCp), os valores médios mostram, como esperado, um valor maior no grupo de jovens. E entre estes, para a força de pico, de curta duração parece não haver diferença a atividade ou a modalidade.

No teste de Força Máxima Voluntária Constante (MVCc), os valores médios também mostram ligeira queda da força, na tentativa de manter a preensão. Novamente a pratica de exercícios de força ou intensidade mais elevada parece não ser tão determinante.

Para o Teste de Controle de Força Constante (CFC), os resultados obtidos pelo teste ANOVA para o desvio padrão sugerem que não existe diferença significativa entre os grupos ($F_{1,42} = 1,10$; $P = 0,365$). Entretanto, obtivemos uma diferença significativa para o fator feedback ($F_{4,42} = 131,15$; $P < 0,001$). O efeito significativo indicou que para todos os grupos o valor de desvio padrão é significativamente maior na condição sem feedback ($\mu_{GGin} = 0,7105 \pm 0,3390$; $\mu_{GJO} = 0,8990 \pm 0,6068$; $\mu_{GL} = 1,3809 \pm 0,8664$; $\mu_{GMMT} = 0,4991 \pm 0,3661$; $\mu_{Sede} = 0,6144 \pm 0,3529$) que na condição com feedback ($\mu_{GGin} = 0,7470 \pm 0,2482$; $\mu_{GJO} = 1,000 \pm 0,4340$; $\mu_{GL} = 1,6376 \pm 0,7244$; $\mu_{GMMT} = 0,5866 \pm 0,2408$; $\mu_{Sede} = 0,7388 \pm 0,4223$).

Não houve diferença efetiva entre um grupo, idoso ou não, que determine melhor desempenho de um grupo, mas em geral, os voluntários executaram melhor a tarefa quando guiados somente pelo controle manual do que quando visualizando a sua ação (gráfico 1).

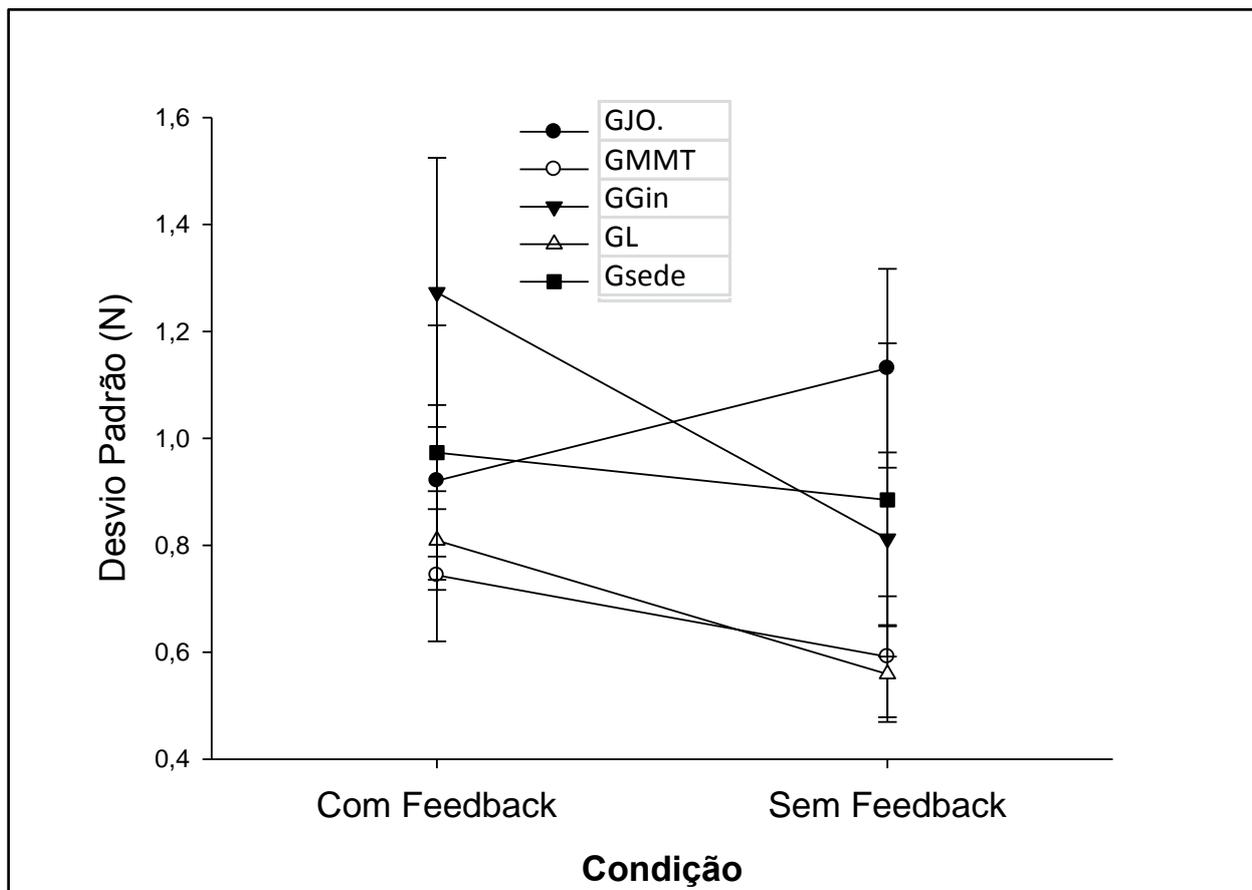


Gráfico 1 – Resposta com e sem Feedback SD_MVC.

Em relação ao acerto, ou o quanto se variou em proximidade do alvo entre as tentativas, o desempenho entre os grupos foi muito parecido, não havendo diferenças estatísticas entre eles ($F_{4,42} = 0,883$; $P = 0,482$)., contudo o fator feedback ($F_{4,42} = 5,140$; $P = 0,002$) pareceu fazer diferença para os indivíduos, com uma variabilidade maior quando observando o que executavam. Os grupos GJO e GMMT ($F_{4,42} = 0,883$; $P = 0,482$) apresentaram resultados mais próximos, com uma variação menor.

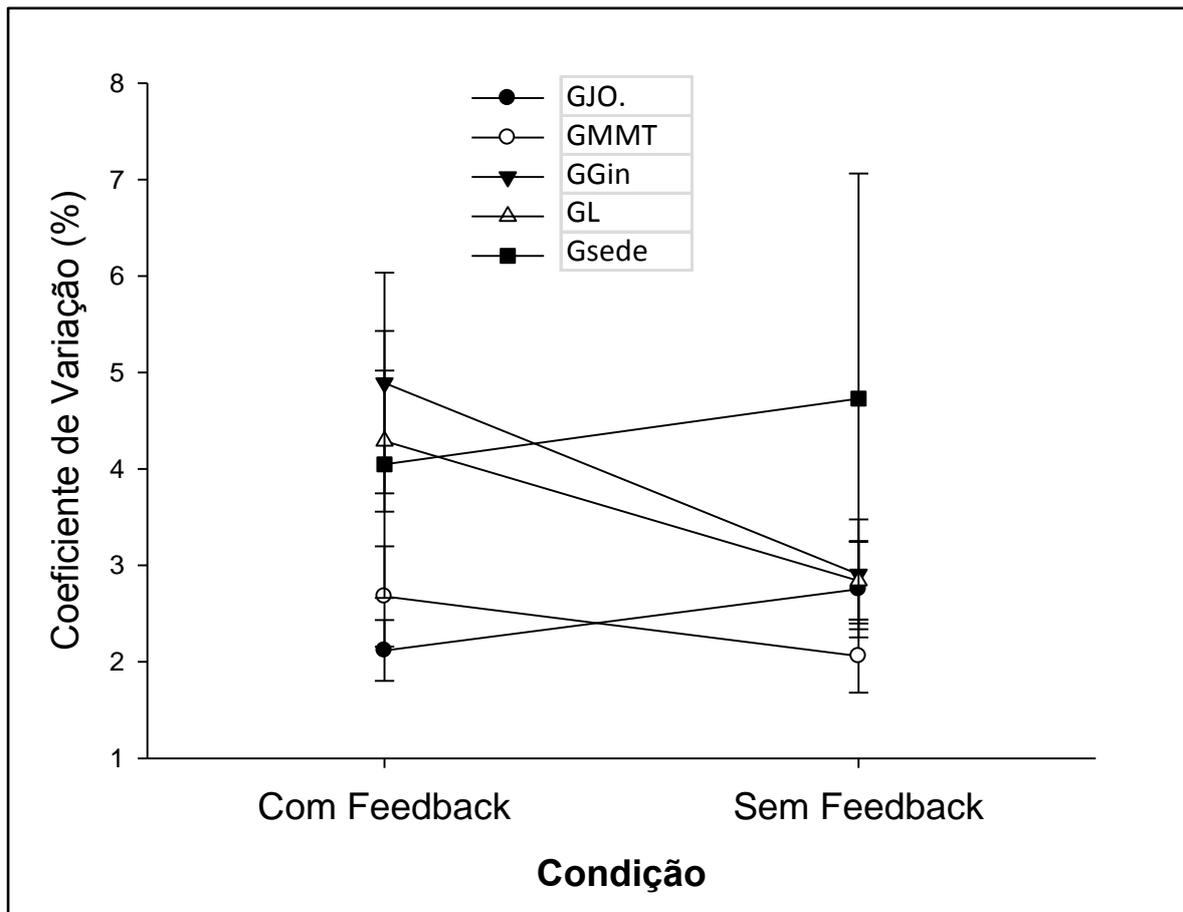


Gráfico 2 – Resposta com e sem Feedback CV_MVC.

Os resultados obtidos para o erro médio quadrático (RMSE) sugerem que estatisticamente não houve diferenças significativas entre eles ($F_{4,42} = 0,674$; $P = 0,614$). Conforme obtido para o desvio padrão, obtivemos uma diferença significativa para quando consideramos o feedback visual, com uma interação entre os grupos GJO e GMMT os quais apresentaram errar menos ao receber o feedback.

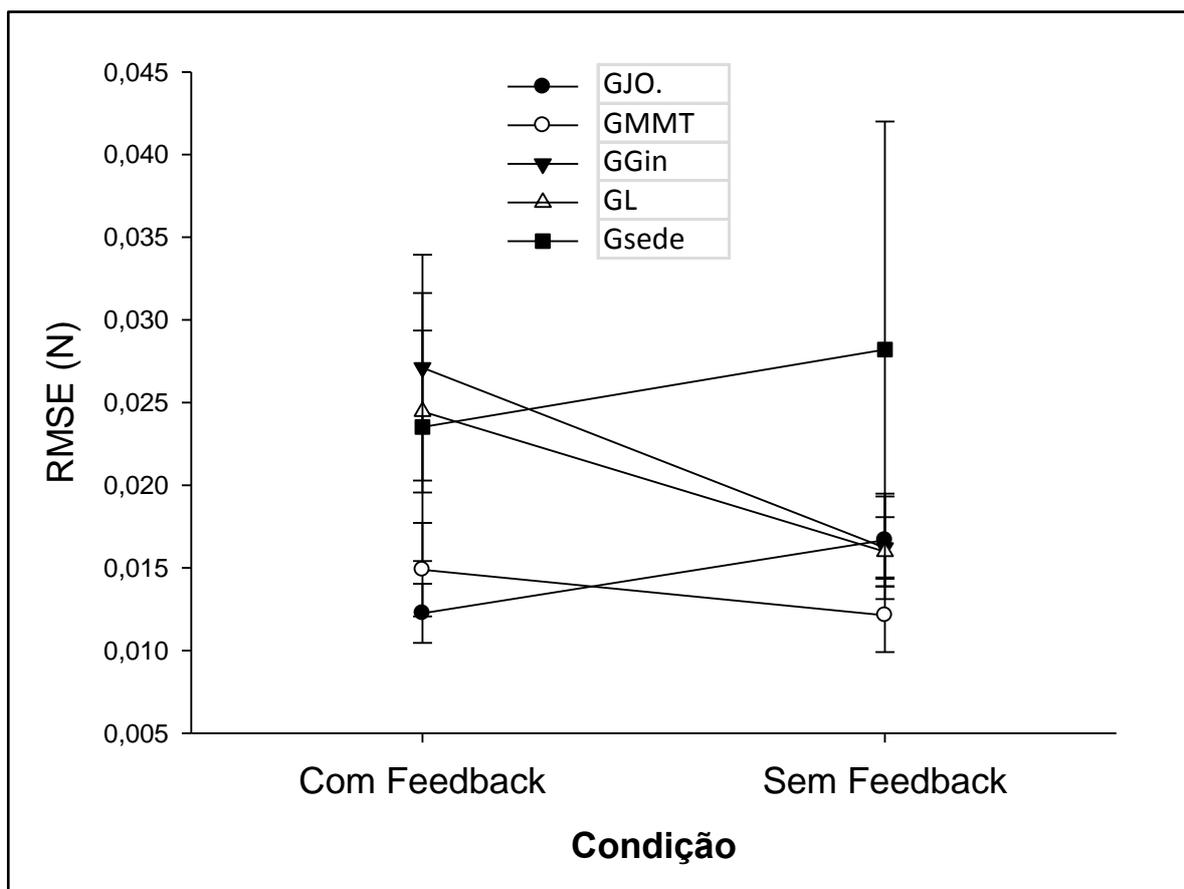


Gráfico 3 – Resposta com e sem Feedback RMSE_MVC

Os resultados para o Teste de Controle de Força Senoidal (CFS) e para o Teste de Tarefa Orientada a Alvo (TAO) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos.

5. DISCUSSÃO:

O estudo teve o propósito de investigar se há diferenças na força e na variabilidade da força entre grupos de idosos praticantes de diferentes modalidades esportivas, sedentários e jovens praticantes de MMT, utilizando de testes de força manual da mão dominante. Cinco testes de prensão foram realizados: força máxima voluntária de pico (MVCp), força máxima voluntária constante (MVCc), controle de força constante (CFC)

com e sem feedback visual, controle de força senoidal (CFS) e tarefa orientada a alvo (TOA).

Nos testes de MVCp e MVCc não houve diferenças entre os valores dos grupos de idosos, embora o esperado fosse que os grupos treinados tivessem valores maiores em relação aos sedentários. Como esperado, os jovens treinados tiveram os valores significativamente maiores para ambos os testes, porém a diferença foi menor que a esperada.

Para o teste CFC, considerando o desvio padrão, não houve diferença significativa entre os grupos e o desempenho sem o feedback visual foi melhor em relação a observação da tarefa. Nas análises de CV e RMSE, notou-se o melhor desempenho dos grupos para a condição sem feedback visual. Contudo, notou-se que nos grupos de praticantes de MMT, tanto jovens quanto idosos, obtiveram melhor desempenho da tarefa. Nenhuma diferença significativa foi notada no desempenho dos testes CFS e TOA.

Os resultados de MVCp e MVCc vão de acordo com as afirmações da perda gradativa da força muscular com o passar do anos, em especial após os 50 e 60 anos (MERLIN, *et al.*, 2013; SANTOS & BIANCHI, 2014; ESQUENAZI, 2014).

Esperava-se que idosos sedentários apresentassem os menores valores baseado nos benefícios do exercício e da atividade física (FECHINE & TROMPIERI, 2012). Contudo as atividades básicas da vida diária (ABVD) e as atividades instrumentais da vida diária (AIVD) não foram consideradas previamente. Assim um idoso ativo em suas tarefas diárias pode ter um condicionamento em especial de preensão um pouco maior que um praticante de uma atividade leve.

Interessante que os valores obtidos neste estudo, tenham saído um pouco abaixo das poucas tabelas de referência de força manual, como as apresentadas por Graciano *et al.* (2012) e Nascimento, *et al.* (2010). Entretanto os protocolos e equipamentos utilizados diferem deste estudo.

No teste de força CFC, a avaliação do desempenho da tarefa não mostrou diferença significativa entre os grupos, embora todos tivessem apresentado melhoria na condição de feedback visual.

Schimidt e Wrisberg (2001), ao definir feedback explica que este pode ser extrínseco, quando o reforço ou a informação que auxilia a tarefa ou o executor parte do meio externo (um vídeo, um apito, uma correção etc.) e intrínseco originado por consequência natural da produção de movimento, onde os indivíduos percebem aspectos do movimento pelos órgãos sensoriais durante ou após a sua realização, de uma maneira mais ou menos direta, sem o auxílio de outras fontes. Assim, supõe-se que durante a realização de um movimento, ocorra o surgimento natural de um feedback intrínseco no indivíduo, e este mentalizando na tarefa ou no empunhar o equipamento nesse caso, estimule seu sensorial na busca de perceber qual deverá ser o melhor procedimento a ser adotado para que o resultado seja o melhor possível.

Estudos semelhantes Christou & Carlton (2012) e Christou (2010) mencionam haver pouca precisão no controle em acompanhar valores de força mais baixos. Ainda, para adultos mais velhos o ajuste fino do nível de força no equipamento e a sincronia com o tempo de ajuste do feedback visual podem ser justificativas para a dificuldade com a ajuda da visão na tarefa.

Em relação a análise de da variação (CV), o quanto os voluntários e os grupos conseguiram ser precisos nas tentativas em manter o controle e acompanhar a linha. Nesse caso, o grupo GMMT conseguiu manter, ou controlar melhor a força, sendo mais constante na tarefa. Marchini *et al.* (2015) e Ranganathan *et al.* relatam a possibilidade de ganhos de força associados ao treinamento de alta intensidade, provocando melhora na função dos membros, como o observado para as mãos, sem mudança significativa no índice de sinergias durante tarefas isométricas submáximas. Da Silva, *et al.* (2015) também relatam os benefícios do treinamento funcional. Contudo Christou (2010) constatou que o treino de movimentos de pinça refletia em aumento de força manual.

Quando normalizado o sinal (RMSE) para analisar o quanto próximos e constantes estiveram da meta, a orientação intrínseca novamente parece ser mais precisa, concen-

trando na tarefa e na sensibilidade da pressão no equipamento do que a orientação pelo visual, como apontados por Schmidt & Wrisberg (2001).

O cérebro mais velho se mantendo em treinamento permanece plástico, com potencial de desenvolver estratégias alternativas para minimizar os danos do tempo no controle motor (CHRISTOU, 2010). Para uma tarefa de curta duração manter uma baixa contração sem variação nessa intensidade parece exigir mais de concentração, de sensibilidade que força muscular simplesmente, sendo uma justificativa plausível para se equipararem a jovens e, entre os diferentes grupos mais velhos, ativos ou não.

Para a tarefa de controle de força senoidal, esperava-se que tanto jovens quanto os grupos treinados, em especial GMMT apresentassem diferença no desempenho da tarefa em relação a pouco treinados e sedentários. Possivelmente o resultado pouco significativo possa estar relacionado a dificuldade da tarefa, em oscilar a força aplicada, ao tempo dessa oscilação que pudesse ser mais lento, havendo a necessidade também de uma melhor investigação na relação de tempo de resposta a estímulos visuais. Ainda, uma nova investigação com maior número de tentativas para permitir a assimilação da tarefa possa apresentar resultados diferentes, como os dados apresentados por Enoka, *et al.* (2002).

Da mesma forma, os resultados para a tarefa orientada ao alvo, com resultado sem diferença no desempenho entre os grupos, mereçam a reflexões no ajuste do tempo do alvo ou ainda a percepção da diminuição da atenção dos voluntários, considerando a coleta ser em sessão única e este ter sido o último teste experimental.

7. CONCLUSÕES

Pelos testes realizados é possível afirmar que houve pouca diferença no controle manual entre jovens e idosos. Em relação a MVCp e MVCc, ou força máxima, os jovens apresentaram valores significativamente maiores que os idosos, porém abaixo de valores referenciados em tabelas de estudos semelhantes. Entre os idosos, nem todos os grupos treinados se sobressaíram em relação ao grupo menos ativo, sendo o estudo

pouco suficiente para afirmar que uma modalidade se sobressaia a outra na questão da tarefa de preensão manual.

Jovens e idosos praticantes de MMT apresentaram significativa diferença na precisão e acurácia da tarefa de controle de força constante (CFC). Na análise da tarefa de força constante, considerando o desvio padrão, os grupos pouco se diferenciaram para a tarefa que requer um controle mais simples. Para CFS não houveram diferenças significativas entre os grupos testados.

A variabilidade nas análises realizadas demonstra melhor desempenho para situação sem a presença de feedback visual, possivelmente baseando na demora no ajuste da intensidade da carga em resposta ao feedback dado, o que indica que para tarefas com maior controle manual idosos tendem a executar mais lentamente e que atividade física auxilia na redução do processo degenerativo, mantendo a plasticidade do sistema nervoso.

Para a tarefa orientada ao alvo também não houve diferença significativa entre os grupos nem entre os sujeitos. Para estudos posteriores de TAO e relacionados as tarefas de controle de força senoidal e cabe a modelagem e o planejamento de novas investigações.

Ajustes no número de repetições das tarefas, no numero de sessões para aplicação dos testes recomendados em estudos futuros.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ALEXANDRE, Tiago da Silva; DUARTE, Yeda Ap. Oliveira; SANTOS, Jair Lício Ferreira; LEBRÃO, Maria Lucia. Prevalência e Fatores Associados à Sarcopenia em Idosos Residentes no Município de São Paulo – Estudo SABE. Revista Brasileira de Epidemiologia. 2018.

AUYEUNG, Tung Wai; KWOK, Timothy; Lee, Jenny. LEUNG, Ping Chung; LEUNG, Jason; WOO, Jean. Declínio funcional na deficiência cognitiva - a relação entre a função física e cognitiva. Neuroepidemiologia. 2008, oct; 31(3): 167-173.

BRASIL. Ministério da Saúde. Estatuto do Idoso. 2ª ed. rev. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009. 7. ISBN 85-334-1059-X. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estatuto_idoso_2ed.pdf. Acessado em: 10 jan 2021.

BIANCHI, Larissa Renata. Envelhecimento Morfofuncional: Diferença Entre os Gêneros. Arquivos do Mudi, v. 18, n. 2, p. 33-46, 22 jan. 2015.

CAPUTO, Eduardo Lucia; SILVA, Marcelo Cozzensa; ROMBALDI, Airton José. Comparação Entre Diferentes Protocolos de Medida de Força de Prensão Manual. Revista de Educação Física/UEM. v 25, n.3, p 481-487, 3. trim. 2014.

CHRISTOU, Evangelous A. Motor output variability. In: Kompoliti K, Verhagen, Metman L, editors. Enciclopédia de Distúrbios do Movimento. Oxford (UK): Academic Press. pp 202–204. 2010.

CLARK, Brian C; MANINI, Todd.. O Que é Dispidemia?. **Nutrition**. 2012, may; 28(5): 495-503. doi: 10.1016/j.nut.2011.12.002. PMID: 22469110; PMCID: PMC3571692.

COELHO, Waléria Miguel *et al.*. Os Benefícios da Atividade Física aos Idosos que Participam de Voleibol Adaptado. Ling. Acadêmica, Batatais, v. 8, n. 2, p. 25-38, jan./jun. 2018.

CONFORTIN, Susana Cararo *et al.*. Associação entre doenças crônicas e força de prensão manual de idosos residentes em Florianópolis – SC, Brasil. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5, p. 1675-1685, maio 2018 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232018000501675&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 17 nov. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232018235.19742016>.

CORREA, C.S. & Pinto, R.S.. Effects of different types of strength training on muscle response and functional response in elderly women. **Geriatr Gerontol Aging**.2012;6(4):386-393

CRUZ, Gizele.G.Froes. Classificação dos Movimentos da Mão Baseados na Aquisição não Invasiva de Sinais Mioelétricos Provenientes dos Músculos do Antebraço Através de Redes Neurais Artificiais. Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. SC, 2017.

DIAS, Jonathan.A *et al.*. Força de preensão palmar: métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. Florianópolis, v. 12, n. 8, p. 209-216, 2010.

ESQUENAZI, Danuza; da SILVA, Sandra R. Boiça; GUIMARÃES, Marco Antônio M.. Aspectos Fisiopatológicos do Envelhecimento Humano e Quedas Em Idosos. Revista HUPE, Rio de Janeiro, v.13, nº.2, 11-20, jun. 2014. Disponível em:

https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/10944/2/sandra_silvaetal_IOC_2014.pdf. Acesso em: 14 dez 2020.

FECHINE, Basílio Rommel; TROMPIERI, Nicolino. O Processo de Envelhecimento: As Principais Alterações que Acontecem com o Idoso com o Passar dos Anos. Revista Científica Internacional, Edição 20, volume 1, art. nº 7, mar 2012. Disponível em: <http://www.fonovim.com.br/arquivos/534ca4b0b3855f1a4003d09b77ee4138-Modifica---es-fisiol--gicas-normais-no-sistema-nervoso-do-idoso.pdf>. Acesso em: 25 jan 2021.

FERREIRA, O.G.L., MACIEL, S.C., COSTA, S.M.G., SILVA, A.O. & MOREIRA, M.A.S.P.. Envelhecimento Ativo e sua Relação com a Independência Funcional. *Texto Contexto Enferm.* 21(3):513-8, jul-set, 2012.

GOMES, Antonio Carlos; FILHO, Ney PereiraA. *Cross Training: Uma Abordagem Metodológica*. Londrina: APEF, 1992.

HAMIL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. Manole, 3 edição, 2012; 81.

KORNATZ, Kurtz W; CHRISTOU, Evangelous .A; ENOKA, Roger M. Practice Reduces Motor Unit Discharge Variability In A Hand Muscle And Improves Manual Dexterity In Old Adults. *J Appl Physiol.* 2005, 98:2072–2080

LABOTT, Berit Kristin *et al.*. Effects of Exercise Training on Handgrip Strength in Older Adults: A Meta-Analytical Review. *Gerontology.* 2019; 65:686-698.

MACEDO, Dayane O; FREITAS, Letícia M.; SCHEICHER, Marcos. Preensão Palmar e Mobilidade Funcional em Idosos com Diferentes Níveis de Atividade Física. *Fisioter Pesq.* 2014;21(2):151-155.

MAGILL, Richard A. Aprendizagem Motora: Conceitos e Aplicações. 5a ed., São Paulo: Edgar Blucher, 1984.

MARCHINI, Amanda, PEREIRA, Rodrigo., PEDROSO, Wellington., CHRISTOU, Evangelous A.; NETO, Osmar Pinto. Age-associated differences in motor output variability and coordination during the simultaneous dorsiflexion of both feet. *Somatosensory & Motor Research*. 2017.

MARCHINI, Amanda.C.. Efeitos de Diferentes Programas de Exercícios Físicos na Estabilidade de Idosos Saudáveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica), Universidade Camilo Castelo Branco, São José dos Campos. SP, 2015.

MARIEB, Elaine N.; HOEHN, Katja. Anatomia e fisiologia. Artmed Editora, 2009.

MATSUDO, Sandra Machida. Envelhecimento e Atividade Física. R. Min. Educ. Fís., Viçosa, v. 10, nº 1, p. 195-209, 2002.

MATSUDO, Sandra Machida; MATSUDO, Victor Keihan.K.R & NETO, Turibio LeiteB. Atividade Física E Envelhecimento: Aspectos Epidemiológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. vol. 7, nº 1, jan/fev, 2001.

McARDLE, William D., KATCH, Frankl. & KATCH, Victor L. Fundamentos de Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho. Rio de Janeiro/RJ, Guanabara Koogan, 2002.

MERLIN, Alessandra Paula; KURA, Gustavo Graeff; BERTOLIN, Telma Elita. Alterações Anatômicas No Sistema Musculoesquelético Associadas Ao Envelhecimento. *EFDeportes.com*, Revista Digital. Buenos Aires, Año 18, Nº 179, Abril de 2013.

Disponível em: em <https://www.efdeportes.com/efd179/alteracoes-anatomicas-no-envelhecimento.htm>. Acessado em: 27 dez 2020.

NASCIMENTO, Marcio Ferreira *et al.*. Valores de Referência de Força de Preensão Manual em Ambos os Gêneros e Diferentes Grupos Etários: Um Estudo De Revisão. *EFDeportes.com*, Revista Digital. Buenos Aires, ano 15, nº 151, dez 2010. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd151/forca-de-preensao-manual-em-ambos-os-generos.htm>. Acessado em: 21 dez 2020.

NETO, Alcides T. da Silva; NOGUEIRA, Priscila Karina. O Bem Estar do Idoso Praticante de Voleibol Adaptado. Orientador: Profª MSc Kátia Batista de Medeiros. 2012. Traba-

Iho de Conclusão de Graduação, Faculdade de Educação Física e Artes, Universidade do Vale do Paraíba, 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Aging [Internet]. [Citado em 08 jul,2013]. Disponível em: <http://www.who.int/topics/ageing/en/>

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MENEZES, Marizilda dos Santos. Design e Ergonomia: Aspectos Tecnológicos[online]. Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 279 p. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

PEDRA, Amanda; PENHA, Dorival Aparecido; SÁ, Márcio Ribeiro. O Voleibol Adaptado e o Benefício para a Qualidade de Vida dos Idosos. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, ano 18, nº 188. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd188/o-voleibol-adaptado-e-idosos.htm>. Acessado em 19 dez 2020.

RANGANATHAN, Vinoth; SIEMIONOW, Vlodek; SAHGAL, Vinod. *et al...* Skilled Finger Movement Exercise Improves Hand Function. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 56:M518–M522. 2001.

SANTOS, Silvana Sidney Costa. Concepções teórico-filosóficas sobre envelhecimento, velhice, idoso e enfermagem gerontogeriatrica. Rev. bras. enferm., Brasília , v. 63, n. 6, p. 1035-1039, Dec. 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672010000600025&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 26 Fev. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672010000600025>.

SANTOS, Loiamara Barreto *et al.*. Sensibilidade e Especificidade da Força de Preensão Manual como Discriminador de Risco para Multimorbidades em Idosos. Caderno de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 2018. v.26, 146-152.

SANTOS, Silvana Sidney Costa. Concepções teórico-filosóficas sobre envelhecimento, velhice, idoso e enfermagem gerontogeriatrica. Rev. bras. enferm., Brasília , v. 63, n. 6, p. 1035-1039, Dec.2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672010000600025&lng=en&nrm=iso>. Acessos em 15 Feb. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0034-71672010000600025>.

SCHMIDT, Richard A.; WRISBERG, Craig. A.. Aprendizagem e Performance Motora: Uma Abordagem da Aprendizagem Baseada no Problema. 2a ed., Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

SHAFFER, Frederic. & NEBLETT, Randy. Practical Anatomy and Physiology: The skeletal Muscle System. Biofeedback. vol. 38, p. 47-51, 2010.

SPENCE, Alexander.P. & MILNER, Fran. Anatomia humana básica. 2. ed São Paulo: Manole, 1991. 188-249.

TEIXEIRA, Luis Augusto. Controle Motor. Barueri, SP: Manole, 2006.

TEIXEIRA, Luis Augusto. Declínio de Desempenho Motor no Envelhecimento é Específico à Tarefa. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. vol. 12, nº 6, nov/dez, 2006.

VIEIRA, Cláudia Maria; GLASHAN, Regiane de Quadros. Aspectos gerais da anatomia e fisiologia do envelhecimento – uma abordagem para o enfermeiro. Acta Paul Enferm., v. 9, n. 3, p. 24-30, mar. 1996.

SHAUGHNESSY, Keith A. *et al.*. A Narrative Review of Handgrip Strength and Cognitive Functioning: Bringing a New Characteristic to Muscle Memory. Journal of Alzheimer's Disease. 2019.

VAGHETTI, Cesar Augusto O; ROESLER, Hélio; ANDRADE, Alessandro.. Tempo de Reação Simples Auditivo e Visual em Surfistas com Diferentes Níveis de Habilidade: Comparação Entre Atletas Profissionais, Amadores e Praticantes. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. vol. 13, n. 2, mar/abr, 2007.

XUE, Qian-li; *et al.*. Heterogeneidade na Taxa de Declínio na Força de Preensão, Quadril e Joelho e o Risco de Mortalidade por Todas as Causas: O Estudo de Saúde e Envelhecimento da Mulher II. J AM Geriatr Soc. 2010, nov; 58(11): 2076-2084.

ANEXO I – TABELAS

Tabela 1 – Resultado estatístico para Feedback SD_MVC.

Tests of Within-Subjects Effects					
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F
Feddback	Sphericity Assumed	19,386	1	19,386	131,152
	Greenhouse-Geisser	19,386	1,000	19,386	131,152
	Huynh-Feldt	19,386	1,000	19,386	131,152
	Lower-bound	19,386	1,000	19,386	131,152
Feddback * Grupo	Sphericity Assumed	,719	4	,180	1,215
	Greenhouse-Geisser	,719	4,000	,180	1,215
	Huynh-Feldt	,719	4,000	,180	1,215
	Lower-bound	,719	4,000	,180	1,215
Error(Feddback)	Sphericity Assumed	6,208	42	,148	
	Greenhouse-Geisser	6,208	42,000	,148	
	Huynh-Feldt	6,208	42,000	,148	
	Lower-bound	6,208	42,000	,148	

Tests of Within-Subjects Effects		
Source		Sig.
Feddback	Sphericity Assumed	,000
	Greenhouse-Geisser	,000
	Huynh-Feldt	,000
	Lower-bound	,000
Feddback * Grupo	Sphericity Assumed	,319
	Greenhouse-Geisser	,319
	Huynh-Feldt	,319
	Lower-bound	,319
Error(Feddback)	Sphericity Assumed	
	Greenhouse-Geisser	
	Huynh-Feldt	
	Lower-bound	

Tabela 2 - Resultado estatístico entre os grupos SD_MVC

Tests of Between-Subjects Effects					
Measure: MEASURE_1					
Transformed Variable: Average					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	22,052	1	22,052	129,175	,000
Grupo	,758	4	,189	1,110	,365
Error	7,170	42	,171		

Tabela 3 – Resultado estatístico para Feedback CV_MVC.

CV -Tests of Within-Subjects Effects					
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F
Feddback	Sphericity Assumed	,008	1	,008	64,288
	Greenhouse-Geisser	,008	1,000	,008	64,288
	Huynh-Feldt	,008	1,000	,008	64,288
	Lower-bound	,008	1,000	,008	64,288
Feddback * Grupo	Sphericity Assumed	,003	4	,001	5,140
	Greenhouse-Geisser	,003	4,000	,001	5,140
	Huynh-Feldt	,003	4,000	,001	5,140
	Lower-bound	,003	4,000	,001	5,140
Error(Feddback)	Sphericity Assumed	,005	42	,000	
	Greenhouse-Geisser	,005	42,000	,000	
	Huynh-Feldt	,005	42,000	,000	
	Lower-bound	,005	42,000	,000	

Tests of Within-Subjects Effects		
Source		Sig.
Feddback	Sphericity Assumed	,000
	Greenhouse-Geisser	,000
	Huynh-Feldt	,000
	Lower-bound	,000
Feddback * Grupo	Sphericity Assumed	,002
	Greenhouse-Geisser	,002
	Huynh-Feldt	,002
	Lower-bound	,002
Error(Feddback)	Sphericity Assumed	
	Greenhouse-Geisser	
	Huynh-Feldt	
	Lower-bound	

Tabela 4 – Resultado estatístico entre os grupos CV_MVC.

Tests of Between-Subjects Effects					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	,067	1	,067	59,580	,000
Grupo	,004	4	,001	,883	,482
Error	,047	42	,001		

Tabela 5 – Resultado estatístico para Feedback RMSE_MVC.

Tests of Within-Subjects Effects					
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F
Feddback	Sphericity Assumed	,003	1	,003	52,990
	Greenhouse-Geisser	,003	1,000	,003	52,990
	Huynh-Feldt	,003	1,000	,003	52,990
	Lower-bound	,003	1,000	,003	52,990
Feddback * Grupo	Sphericity Assumed	,001	4	,000	3,157
	Greenhouse-Geisser	,001	4,000	,000	3,157
	Huynh-Feldt	,001	4,000	,000	3,157
	Lower-bound	,001	4,000	,000	3,157
Error(Feddback)	Sphericity Assumed	,002	42	5,816E-005	
	Greenhouse-Geisser	,002	42,000	5,816E-005	
	Huynh-Feldt	,002	42,000	5,816E-005	
	Lower-bound	,002	42,000	5,816E-005	

Tests of Within-Subjects Effects		
Source		Sig.
Feddback	Sphericity Assumed	,000
	Greenhouse-Geisser	,000
	Huynh-Feldt	,000
	Lower-bound	,000
Feddback * Grupo	Sphericity Assumed	,023
	Greenhouse-Geisser	,023
	Huynh-Feldt	,023
	Lower-bound	,023
Error(Feddback)	Sphericity Assumed	
	Greenhouse-Geisser	
	Lower-bound	

Tabela 6 – Resultado estatístico entre os grupos RMSE_MVC

Tests of Between-Subjects Effects					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	,020	1	,020	47,219	,000
Grupo	,001	4	,000	,674	,614
Error	,018	42	,000		

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA

Dados de identificação

Nome: _____

Data Nascimento: ____/____/____ RG: _____ Sexo: ()M ()F

Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____

CEP: _____ Telefone(s): () _____ / _____ () _____ / _____

II – DADOS SOBRE A PESQUISA

Título do protocolo de pesquisa: Efeitos de diferentes programas de exercícios físicos na estabilidade de idosos.

Pesquisador: Osmar Pinto Neto

RG: 23805061-0 Sexo (X)M ()F

Cargo/Função: Professor/Pesquisador

Departamento: Centro de Engenharia Biomédica da Faculdade: UNICASTELO

Colaborado-

res: _____

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

DECLARAÇÃO

Declaro que consinto em participar como voluntário do projeto “Efeitos de diferentes programas de exercícios físicos na estabilidade de idosos”, sob responsabilidade do pesquisador **Osmar Pinto Neto**. Declaro que concordo voluntariamente em participar desse estudo e fui satisfatoriamente esclarecido que:

A) este projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da UNICASTELO através da Plataforma Brasil e registrado com o número do CAAE 04228613.0.0000.5494; B) o objetivo da pesquisa é Verificar a eficácia de diferentes programas de exercícios funcionais para melhorar o equilíbrio de idosos saudáveis; C) esta pesquisa não apresenta riscos a minha saúde, e que qualquer dúvida que ocorrer durante a pesquisa será esclarecida; D) posso consultar os pesquisadores responsáveis em qualquer época, pessoalmente ou por telefone, para esclarecimento de qualquer dúvida no seguinte endereço: Centro de Engenharia Biomédica – Universidade Camilo Castelo Branco (Unicastelo) - Rod. Presidente Dutra, km 138 - Distrito de Eugênio de Melo - São José dos Campos - SP - 12247-004 - tel.: (12) 3905.4401 – email: os-mar.pinto@unicastelo.br. Bem como poderei contactar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco (Unicastelo) localizado na Rua Carolina Fonseca, 584 – Itaquera – São Paulo – SP – 08230-030 – tel.: (11) 2070-0092 – email: comitê.etica@unicastelo.br.; E) estou livre para, a qualquer momento deixar de participar da pesquisa e que não preciso apresentar justificativas para isso; F) todas as informações por mim fornecidas e obtidas serão mantidas em sigilo e que, só serão utilizados para possíveis publicações em reuniões e revistas científicas sem a minha identificação, respeitando meus direitos; G) serei informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de mudar meu consentimento em participar da pesquisa; H) não terei quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa; I) Uma cópia deste TCLE ficará sob minha posse e outra cópia com o pesquisador, sendo que os dois assinarão na última página deste documento e todas as páginas serão rubricadas pelo pesquisador e voluntário.

Eu _____
_____, após ser convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, declaro para os devidos fins que consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa e que o mesmo poderá ser usado em estudos retrospectivos, desde que mantidas as condições aqui apresentadas.

_____, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante ou responsável legal

Identidade: _____

Assinatura do pesquisador

Identidade: _____