

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENVELHECIMENTO HUMANO

PEDRO FELIPE MOUTINHO BERNARDO DE  
MORAES

TREINAMENTO DE FORÇA PARA  
IDOSOS: COMPARAÇÃO DA FORÇA  
DE PREENSÃO MANUAL NO USO DE  
PESOS LIVRES OU MÁQUINAS

Passo Fundo

2022



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENVELHECIMENTO HUMANO

PEDRO FELIPE MOUTINHO BERNARDO DE MORAES

TREINAMENTO DE FORÇA PARA IDOSOS: COMPARAÇÃO DA FORÇA DE  
PREENSÃO MANUAL NO USO DE PESOS LIVRES OU MÁQUINAS

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Envelhecimento Humano, da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, da Universidade de Passo Fundo.

Orientador(a): Prof. Dr. Adriano Pasqualotti  
Coorientador(a): Profa. Dra. Mari Lúcia Sbardelotto

Passo Fundo

2022

# FICHA CATALOGRÁFICA

CIP – Catalogação na Publicação

---

M828t Moraes, Pedro Felipe Moutinho Bernardo de  
Treinamento de força para idosos [recurso eletrônico] :  
comparação da força de preensão manual no uso de pesos  
livres ou máquinas / Pedro Felipe Moutinho Bernardo de  
Moraes. – 2022.  
2.2 Mb : PDF.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Pasqualotti.  
Coorientadora: Profa. Dra. Mari Lúcia Sbardelotto.  
Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) –  
Universidade de Passo Fundo, 2022.

1. Treinamento com peso. 2. Envelhecimento. 3. Força  
muscular. 4. Exercícios físicos para idosos. 5. Aptidão  
física. I. Pasqualotti, Adriano, orientador. II. Sbardelotto,  
Mari Lúcia, coorientadora. III. Título.

CDU: 613.98

---

Catalogação: Bibliotecária Schirlei T. da Silva Vaz - CRB 10/1364

# TERMO DE APROVAÇÃO



**PPGEH**

Programa de Pós-Graduação  
em Envelhecimento Humano

Faculdade de Educação Física e Fisioterapia - FEFF

## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

**“TREINAMENTO DE FORÇA PARA IDOSOS: COMPARAÇÃO DA FORÇA DE  
PRENSÃO MANUAL NO USO DE PESOS LIVRES OU MÁQUINAS”**

Elaborada por

**PEDRO FELIPE MOUTINHO BERNARDO DE MORAES**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
“Mestre em Envelhecimento Humano”

Aprovada em: 25/03/2022  
Pela Banca Examinadora

**Prof. Dr. Adriano Pasqualotti**  
Universidade de Passo Fundo – UPF/PPGEH  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

**Prof. Dra. Lia Mara Wibelinger**  
Universidade de Passo Fundo – UPF/PPGEH  
Avaliadora Interna

**Prof. Dra. Ana Carolina Bertolotti De Marchi**  
Universidade de Passo Fundo – UPF/PPGEH  
Coordenadora do PPGEH

MARI LUCIA  
Assinado de  
forma digital por  
SBARDELO  
MARI LUCIA  
9049162171049  
TTO:493548  
68053  
Data: 2022.03.25  
14:01:38 -03'00'

**Prof. Dra. Mari Lúcia Sbardelotto**  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI  
Coorientadora

**Prof. Dr. Klauber Dalcerio Pompeo**  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI  
Avaliador Externo

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação à minha família, pelo apoio incondicional e cooperação, durante toda a minha existência.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, que nunca mediu esforços para me ajudar.

Agradeço à minha coorientadora, Profa. Dra. Mari Lúcia Sbardelotto, e à minha Profa. Ma. Adriane Carla Vanni, pelo companheirismo e amparo, desde o meu ingresso no curso de graduação em Educação Física – Bacharel.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Adriano Pasqualotti, e aos meus professores do Programa de Pós-graduação em Envelhecimento Humano – PPGEH da Universidade de Passo Fundo (UPF), por tornarem viável a possibilidade de concluir esta dissertação.

E agradeço aos meus amigos e colegas, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

## **EPÍGRAFE**

**“There is no reason to be alive if you can't do deadlift.”  
Jón Páll Sigmarsson (1960-1993)**

## RESUMO

MORAES, Pedro Felipe Moutinho Bernardo de. Treinamento de força para idosos : comparação da força de preensão manual no uso de pesos livres ou máquinas. 2022. 2.2 Mb. Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

O envelhecimento humano é um processo natural que está relacionado a várias alterações biológicas ao longo do tempo. Modificações das estruturas e funções orgânicas expõem os idosos ao surgimento de doenças. No sistema muscular, ocorre a perda de massa, função e força muscular. Pesquisas científicas têm verificado uma relação negativa de níveis baixos de força muscular e o aumento de limitações funcionais, comorbidades e mortalidade nos idosos, demonstrando a relevância de se manter níveis de força muscular adequados. O teste isométrico de força de preensão manual é comumente utilizado para estabelecer níveis de força muscular nos idosos. Maiores níveis de força de preensão manual são relacionados como agentes protetores de limitações físicas, dependência física e mortalidade precoce. A prática do treinamento de força é uma metodologia eficiente para manter e aumentar os níveis de força muscular. O treinamento de força é um treinamento físico composto por exercícios que exigem que os músculos se movimentem contra uma força de oposição. Pesos livres e máquinas são modalidades de resistências externas regularmente utilizadas como força de oposição no treinamento de força, pois são fáceis de manipular. Entretanto, estes equipamentos diferem em aparência, biomecânica e estratégia de seleção dentro de uma periodização. Devido a estas diferenças, a comunidade científica questiona-se sobre qual deles é mais eficiente para diferentes desfechos em faixas etárias distintas. Diante disso, a introdução, revisão de literatura e considerações finais desta dissertação foram fundamentadas nos tópicos citados anteriormente. Foi desenvolvido um artigo científico de revisão sistemática e metanálise, para comparar se existia diferença significativa entre os resultados da aplicação de treinamentos de força que utilizavam pesos livres com aqueles que utilizavam máquinas na força de preensão manual de idosos. Esta pesquisa seguiu os protocolos da *Cochrane* e *The PRISMA Statement* e as exigências solicitadas pelo PROSPERO. A busca na literatura foi realizada nas bases de dados eletrônicas *Cochrane Library*; EMBASE (Elsevier); MEDLINE/PubMed (via *National Library of Medicine*); SCOPUS (Elsevier); *Web of Science – Coleção Principal (Clarivate Analytics)*; e *Science Direct*. O resultado desta pesquisa foi que não houve diferença entre os treinamentos de força com pesos livres e máquinas.

Palavras-chave: Envelhecimento humano; Treinamento de força; Pesos livres; Máquinas; Força de preensão manual.



## ABSTRACT

MORAES, Pedro Felipe Moutinho Bernardo de. Strength training for elderly : comparison of handgrip strength with free weights or machines. 2022. 2.2 Mb. Dissertation (Masters in Human Aging) – University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

Human aging is a natural process that is related to several biological changes over time. Modifications of organic structures and functions expose the elderly to the emergence of diseases. In the muscular system, there is a loss of muscle mass, function and strength. Research has verified a negative relationship between low levels of muscle strength and the increase in functional limitations, comorbidities and mortality in the elderly, demonstrating the importance of maintaining adequate muscle strength levels. The isometric handgrip strength test is commonly used to establish muscle strength levels in the elderly. Higher levels of handgrip strength are related to protective agents of physical limitations, physical dependence and early mortality. The practice of strength training is an efficient methodology to maintain and increase muscle strength levels. Strength training is physical training consisting of exercises that require muscles to move against an opposing force. Free weights and machines are modalities of external resistance regularly used as an opposing force in strength training. Nevertheless, these equipments differ in appearance, biomechanics and selection strategy within a periodization. Due to these differences, the scientific community wonders which one is more efficient for different outcomes in different age groups. Therefore, the introduction, literature review and conclusion of this dissertation were based on the topics mentioned above. A scientific article of systematic review and meta-analysis was developed to compare whether there was a significant difference between the results of the application of strength training that used free weights with those that used machines in the handgrip strength of the elderly. This research followed the protocols of Cochrane and The PRISMA Statement and the requirements requested by PROSPERO. The literature search was performed in electronic databases: Cochrane Library; EMBASE (Elsevier); MEDLINE/PubMed (National Library of Medicine); SCOPUS (Elsevier); Web of Science (Clarivate Analytics); and Science Direct. The result of this research was that there was no difference between strength training for older adults with free weights or machines.

Keywords: Aging; Strength training; Free weights; Machines; Handgrip strength.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Alterações moleculares e celulares do envelhecimento humano.....	21
<b>Figura 2</b> - Alterações fisiológicas dos sistemas respiratório e cardiovascular relacionadas com o envelhecimento. ....	22
<b>Figura 3</b> - Alterações do sistema ósseo e muscular relacionadas com o envelhecimento.....	23
<b>Figura 4</b> - Estruturas do músculo esquelético.....	25
<b>Figura 5</b> - Etapas do processo de excitação, contração e relaxamento muscular. ....	26
<b>Figura 6</b> - Ações musculares concêntrica, excêntrica e isométrica.....	27
<b>Figura 7</b> - Demonstração do gesto motor de preensão manual. ....	28
<b>Figura 8</b> - Vantagens evolutivas de indivíduos com preensão manual forte. ...	29
<b>Figura 9</b> - Adaptações fisiológicas do treinamento de força.....	31
<b>Figura 10</b> - Princípios e variáveis do treinamento de força. ....	32
<b>Figura 11</b> - Pesos livres.....	33
<b>Figura 12</b> - Tipos de máquinas. ....	34
<b>Figura 13</b> - Fluxograma dos estudos identificados, selecionados e incluídos. .	46
<b>Figura 14</b> - Qualidade dos estudos determinada pelos domínios de qualidade de evidência em ensaios clínicos da <i>Cochrane</i> .....	50
<b>Figura 15</b> - Gráfico em funil. ....	51
<b>Figura 16</b> - Gráfico de floresta para diferença de força de preensão manual entre treinamento de força com pesos livres e treinamento de força com máquinas.	52

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Movimento, magnitude e direção da força dos equipamentos do treinamento de força. ....	35
--	----

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Características dos estudos: design do estudo e população.....48

**Tabela 2** - Características dos estudos: treinamentos de força.....49

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAMs	Polias de raio variado
CRT	<i>30-s Chair Rise Test</i>
DV	Desvio padrão
ECR	Ensaio clínico randomizado
GL	Graus de liberdade
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de massa corporal
RM	Repetição máxima
RMs	Repetições máximas
TCC	Trabalho de conclusão de curso
TRX	<i>Total-body Resistance Exercise</i>
TUG	<i>Time Up and Go test</i>

## LISTA DE SIGLAS

ACSM *American College of Sports Medicine*

WHO *World Health Organization*

## LISTA DE SÍMBOLOS

Chi <sup>2</sup>	Teste do qui-quadrado
i <sup>2</sup>	Heterogeneidade estatística
kgf	Quilograma-força
N	Número amostral
P ou <i>p</i>	Probabilidade de significância
Z	Teste Z

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1	ENVELHECIMENTO HUMANO.....	20
2.2	FISIOLOGIA DO SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO.....	24
2.3	FORÇA MUSCULAR.....	26
2.4	FORÇA DE PREENSÃO MANUAL.....	28
2.5	TREINAMENTO DE FORÇA.....	30
2.6	EQUIPAMENTOS DO TREINAMENTO DE FORÇA.....	33
2.7	PESOS LIVRES VERSUS MÁQUINAS.....	35
3	PRODUÇÃO CIENTÍFICA I: FORÇA DE PREENSÃO MANUAL NÃO DIFERE ENTRE TREINAMENTOS DE FORÇA QUE UTILIZARAM PESOS LIVRES OU MÁQUINAS EM INDIVÍDUOS IDOSOS: ESTUDO DE REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE.....	39
3.1	RESUMO.....	39
3.2	INTRODUÇÃO.....	40
3.3	MATERIAIS E MÉTODO.....	43
3.4	RESULTADOS.....	45
3.5	DISCUSSÃO.....	53
3.6	CONCLUSÃO.....	56
3.7	REFERÊNCIAS.....	57
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS.....	65



## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano é um processo natural e está relacionado a várias alterações moleculares, celulares e orgânicas com o avançar da idade (HOEIJMAKERS, 2009; LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; MULLER *et al.*, 2007; SHARMA; GOODWIN, 2006; SINGAM; FINE; FLEG, 2020). Referente aos sistemas orgânicos, o declínio gradual da massa muscular e força muscular são evidentes (DELMONICO *et al.*, 2009; FRAGALA *et al.*, 2019; GOODPASTER *et al.*, 2006). A diminuição da massa muscular é acompanhada pelo declínio da força e função muscular conforme o indivíduo envelhece – fenômeno conhecido como “sarcopenia” (DELMONICO *et al.*, 2009; GOODPASTER *et al.*, 2006). A perda de força muscular perfaz um problema de saúde para os idosos, uma vez que ela diminui a autonomia e aumenta a propensão de morte precoce (DELMONICO *et al.*, 2009; FRAGALA *et al.*, 2019; GOODPASTER *et al.*, 2006).

Para reduzir os impactos da sarcopenia, estratégias eficazes devem ser adotadas. Comprova-se uma estratégia comprovada cientificamente para essa demanda, o treinamento de força entra em evidência (FRAGALA *et al.*, 2019; KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002). O treinamento de força é um tipo de treinamento físico cujos músculos realizam força contra uma força de oposição (KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009). Dentro das academias convencionais a força de oposição pode ser compreendida pelos equipamentos de resistências externas: pesos livres (barras, halteres e anilhas) e máquinas (trilhos, alavancas, cabos e polias) (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; HAFF, 2000; KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001).

Ambas as modalidades de resistências são eficientes para gerar hipertrofia e aumentar força muscular, entretanto, elas diferem em cinética e cinemática (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHWANBECK *et al.*, 2020). Nas máquinas a aprendizagem do movimento é mais fácil e o controle muscular é menor (HAFF, 2000; SANTANA, 2001). Nos pesos livres a aprendizagem é mais complexa e desafiadora, mas o controle intra e intermuscular é maior (HAFF, 2000; SANTANA, 2001).

Devido às diferenças de equipamentos, existem discussões por parte de treinadores e cientistas sobre qual é mais eficiente para diferentes desfechos. Nos adultos, pesquisas comparativas entre pesos livres e máquinas avaliaram a ativação eletromiográfica, antropometria, habilidades funcionais, alterações hormonais e força muscular (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; MCCAW; FRIDAY, 1994; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHICK *et al.*, 2010; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009; SCHWANBECK *et al.*, 2020). Nos idosos, estudos avaliaram a capacidade cognitiva, capacidade funcional e força muscular (ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; JOHNEN; SCHOTT, 2018; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019).

Quando o objetivo é mensurar a força muscular, testes dinâmicos e isométricos são sugeridos (ACSM, 2019). Embora os testes dinâmicos sejam padrão-ouro para determinar a força geral, um teste isométrico também se mostra eficiente: teste de força isométrica de preensão manual (ACSM, 2019; LABOTT *et al.*, 2019).

A força de preensão manual é preditiva para fragilidade física, limitações funcionais, cognição, hospitalização e mortalidade precoce (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; METTER *et al.*, 2002; NEWMAN *et al.*, 2006; RANTANEN *et al.*, 1999; RIJK *et al.*, 2016). Em contrapartida, maiores magnitudes de força de preensão manual são relacionadas como agentes protetores das limitações funcionais e mortalidade precoce (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; RIJK *et al.*, 2016).

O treinamento de força é eficiente em aumentar a força de preensão manual (MAGNUSSON THOMAS; SAHLBERG; SVANTESSON, 2008; TOSELLI *et al.*, 2020). Os treinamentos de força com pesos livres ou máquinas aumentam a força quando comparados os períodos pré e pós (BRILL *et al.*, 1998; HERDA; NABAVIZADEH, 2021; JOHNEN; SCHOTT, 2018; OSCO *et al.*, 2021; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019; SILVA *et al.*, 2020).

Porém, não há na literatura disponível uma pesquisa de revisão sistemática e metanálise que tenha verificado se algum dos treinamentos

supracitados é melhor para a força de preensão manual, em comparação ao outro, em indivíduos idosos. Existindo essa diferença, profissionais que trabalham com movimento humano poderão repensar a prescrição do treinamento, caso o objetivo seja o incremento dessa variável.

Portanto, o objetivo dessa revisão sistemática e metanálise foi comparar se existe diferença significativa entre os resultados da aplicação de treinamentos de força que utilizaram pesos livres, com aqueles que utilizaram máquinas na força de preensão manual de idosos. A hipótese principal é que o treinamento de força com pesos livres promoverá aumento significativo da força de preensão manual em comparação às máquinas. Essa hipótese é fundamentada na maior ativação de músculos estabilizadores em exercícios com pesos livres, em comparação às máquinas (ANDERSON; BEHM, 2005; JOHNEN; SCHOTT, 2018; MCCAWE; FRIDAY, 1994; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura desta dissertação foi dividida em sete tópicos, cujos assuntos descritos foram: envelhecimento humano; fisiologia do sistema musculoesquelético; força muscular; força de preensão manual; treinamento de força; equipamentos do treinamento de força e pesos livres *versus* máquinas.

### 2.1 *Envelhecimento humano*

O envelhecimento humano é um processo natural, que ocorre em todos os indivíduos ao longo da vida. Esse processo é singular e multifatorial, influenciado por diferentes contextos que uma pessoa experimenta durante a própria existência (FRAGALA *et al.*, 2019; LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; PAPALIA; FELDMAN, 2013). É singular porque existem interações entre características comportamentais (hábitos saudáveis e não saudáveis), fatores ambientais (demografia) e individualidade biológica (genética) (LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; PAPALIA; FELDMAN, 2013). É multifatorial porque envolve aspectos psicológicos, sociológicos e biológicos (PAPALIA; FELDMAN, 2013). Viver até à velhice avançada tornou-se uma tarefa almejada para uma parte significativa da população (WAHL; EHNI, 2020). Em contrapartida, o envelhecimento biológico traz uma série de desafios, sobretudo pelas alterações moleculares e citológicas que transcorrem ao longo do tempo (**Figura 1**).

**Figura 1** - Alterações moleculares e celulares do envelhecimento humano.



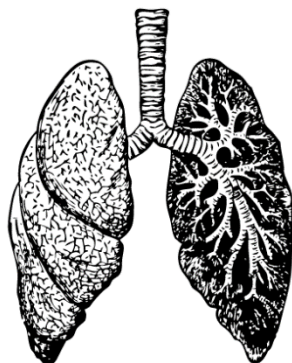
- ✓ **Instabilidade genômica:** agentes endógenos e exógenos estimulam processos oxidativos que causam lesões do DNA celular e mitocondrial, podendo provocar cânceres.
- ✓ **Alterações epigenéticas:** marcadores biológicos indicam que alterações genéticas podem provocar doenças crônicas.
- ✓ **Desequilíbrio de células-tronco:** podem contribuir para a diminuição da imunosenescência e declínios funcionais dos sistemas orgânicos.
- ✓ **Perdas de proteases:** pode contribuir para o surgimento de patologias relacionadas à idade.
- ✓ **Disfunção mitocondrial:** causa desequilíbrio entre produção de adenosina trifosfato (ATP) e radicais livres.
- ✓ **Desgaste dos telômeros:** disfunções patológicas nessas estruturas aceleram o envelhecimento.
- ✓ **Senescência celular:** podem provocar desequilíbrio da homeostase tecidual.
- ✓ **Comunicação intercelular alterada:** pode aumentar reações inflamatórias e declínio imunológico, mecânico e funcional dos tecidos.

Fonte: Adaptado de Hoeijmakers (2009), López-Otín *et al.* (2013) e Muller *et al.* (2007).

A perda gradual do funcionamento molecular e integridade celular acarretam desequilíbrio homeostático no organismo. Consequentemente, existe maior propensão para o surgimento de doenças crônicas e incapacidade física (HOEIJMAKERS, 2009; LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; MULLER *et al.*, 2007). Em razão dos órgãos serem compostos por tecidos celulares, as alterações citológicas afetam as estruturas e funções dos sistemas orgânicos. Ilustrando algumas, são citadas as mudanças do sistema respiratório, cardiovascular, muscular e ósseo (KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2015; SHARMA; GOODWIN, 2006; SIGMAM; FINE; FLEG, 2019) (**Figura 2**). Essas alterações geram gradativa diminuição do consumo máximo de oxigênio e da aptidão cardiovascular.

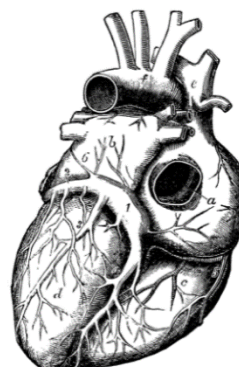
**Figura 2** - Alterações fisiológicas dos sistemas respiratório e cardiovascular relacionadas com o envelhecimento.

Sistema respiratório



- ✔ Aumento do espaço aéreo pulmonar
- ✔ Diminuição da força muscular pulmonar
- ✔ Diminuição da função pulmonar
- ✔ Diminuição do consumo máximo de oxigênio

Sistema cardiovascular

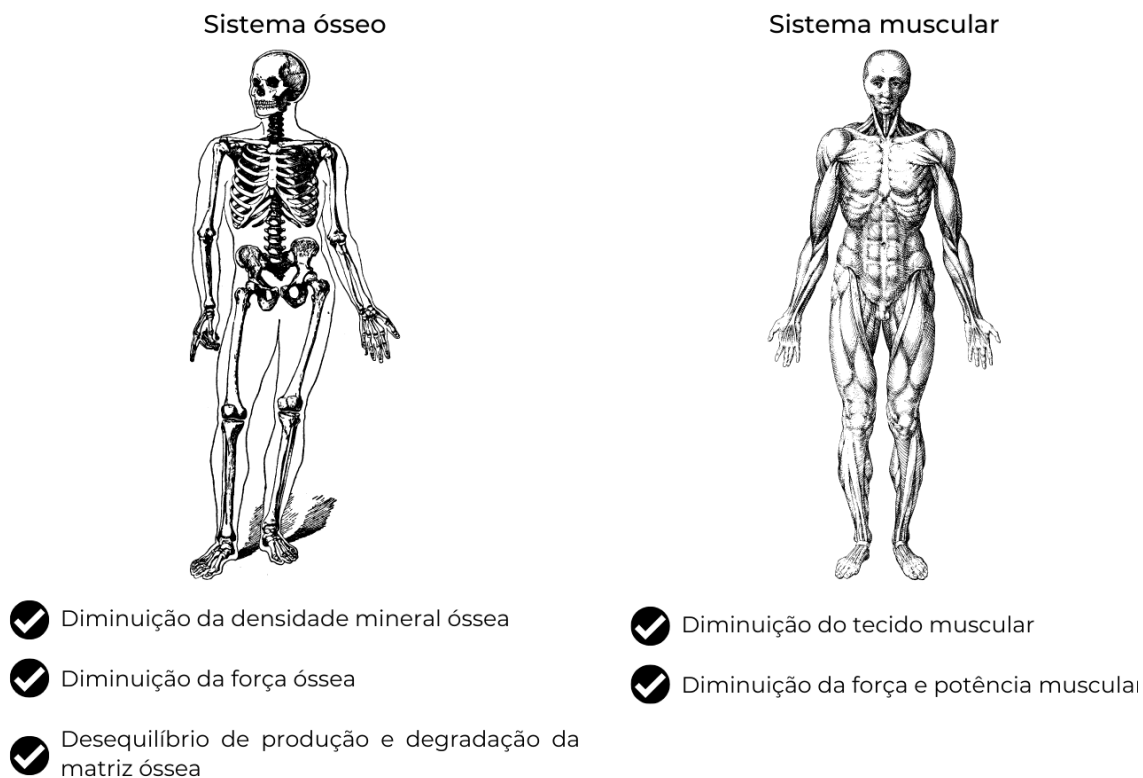


- ✔ Aumento da espessura e rigidez vascular
- ✔ Aumento da espessura da parede ventricular
- ✔ Aumento do tamanho atrial
- ✔ Diminuição da frequência cardíaca

Fonte: Adaptado de Sharma e Goodwin (2006), e Singam, Fine e Fleg (2020).

O sistema ósseo e o sistema muscular também ganham notoriedade devido as suas mudanças estruturais e funcionais (**Figura 3**). O desequilíbrio de produção e degradação de osteoblastos e osteoclastos, células da matriz óssea, desencadeia diminuição da densidade mineral óssea e, conseqüentemente, da força óssea (HALL; GUYTON, 2017; MOORE; DALLEY; AGUR, 2019).

**Figura 3** - Alterações do sistema ósseo e muscular relacionadas com o envelhecimento.



Fonte: Adaptado de Fragala *et al.* (2019), Hall e Guyton (2017), Kraemer, Fleck e Deschenes (2015), e Moore, Dalley e Agur (2019).

Referente ao sistema muscular, pode-se afirmar que a diminuição gradativa do tecido muscular é causada pela atrofia das fibras de contração rápida e pela diminuição do número de fibras musculares (KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2015). O declínio da massa muscular é associado às perdas funcionais musculares, como a diminuição de componentes físicos: potência e força (DELMONICO *et al.*, 2009; FRAGALA *et al.*, 2019; GOODPASTER *et al.*, 2006).

Um estudo prospectivo apontou mudanças estruturais e funcionais musculares em idosos (GOODPASTER *et al.*, 2006). Os resultados indicam que os participantes perderam uma quantidade significativa de massa muscular e força muscular. As taxas de declínio de força muscular foram, aproximadamente, três vezes maiores que as taxas de perda de massa magra. As medidas de massa muscular foram significativamente correlacionadas com as mudanças na força muscular. Resultados de outro estudo prospectivo também evidenciaram a diminuição significativa da massa muscular e força muscular de homens e

mulheres idosos (DELMONICO *et al.*, 2009). As diminuições da força muscular foram 2 a 5 vezes maiores do que a perda do tamanho do músculo durante o avançar dos anos.

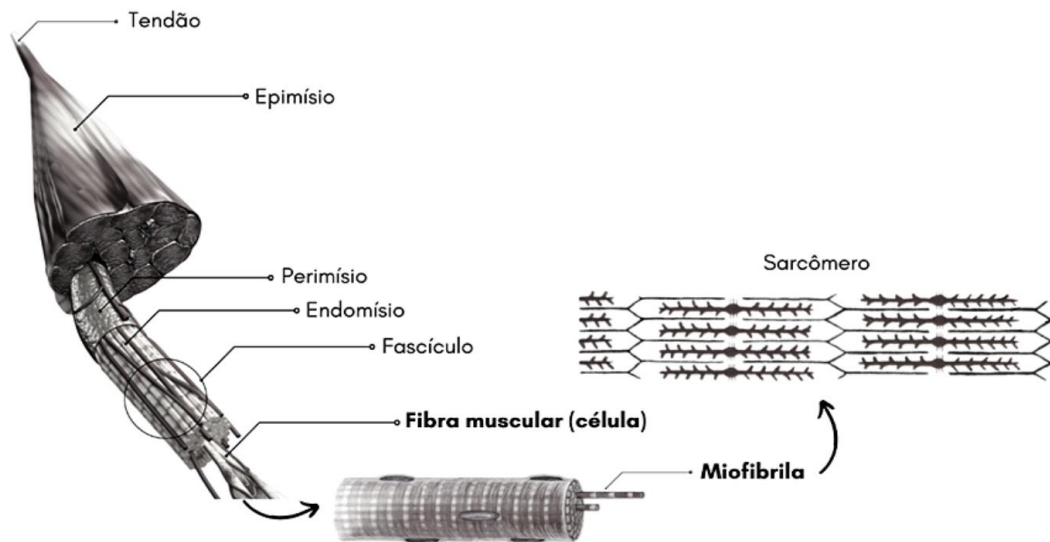
A perda de força proveniente da senescência (0,8 a 3,6% ao ano) leva os idosos à fragilidade, incapacidade física e perda de independência física (FRAGALA *et al.*, 2019; KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2015). Salienta-se que estes valores se tornam ainda mais pronunciados em indivíduos sedentários. Por isso, anterior a soluções que aumentem a força muscular dos idosos, é importante compreender fisiologicamente como a força muscular é produzida.

## 2.2 *Fisiologia do sistema musculoesquelético*

O sistema musculoesquelético é composto pelo sistema ósseo e muscular. O tecido conjuntivo ósseo e o tecido muscular estriado esquelético formam as suas estruturas rígidas e moles (HALL; GUYTON, 2017; MOORE; DALLEY; AGUR, 2019). Os ossos, estruturas rígidas, servem de suporte para a inserção e contração da musculatura ativa (HALL; GUYTON, 2017). Os músculos, estruturas moles envoltas por tecidos de revestimento, são conectados aos ossos em cada extremidade pelos tendões (HALL; GUYTON, 2017). Cada músculo do sistema musculoesquelético é formado por células alongadas e multinucleadas, denominadas de fibras musculares. As fibras musculares agrupam as miofibrilas, estruturas que agrupam milhares de filamentos proteicos (miofilamentos) contrateis (proteínas actina e miosina) e regulatórias-estruturais (proteínas troponinas, tropomiosina e titina) (HALL; GUYTON, 2017). São os miofilamentos os componentes das unidades contrateis dos músculos: os sarcômeros (**Figura 4**).



**Figura 4 - Estruturas do músculo esquelético.**

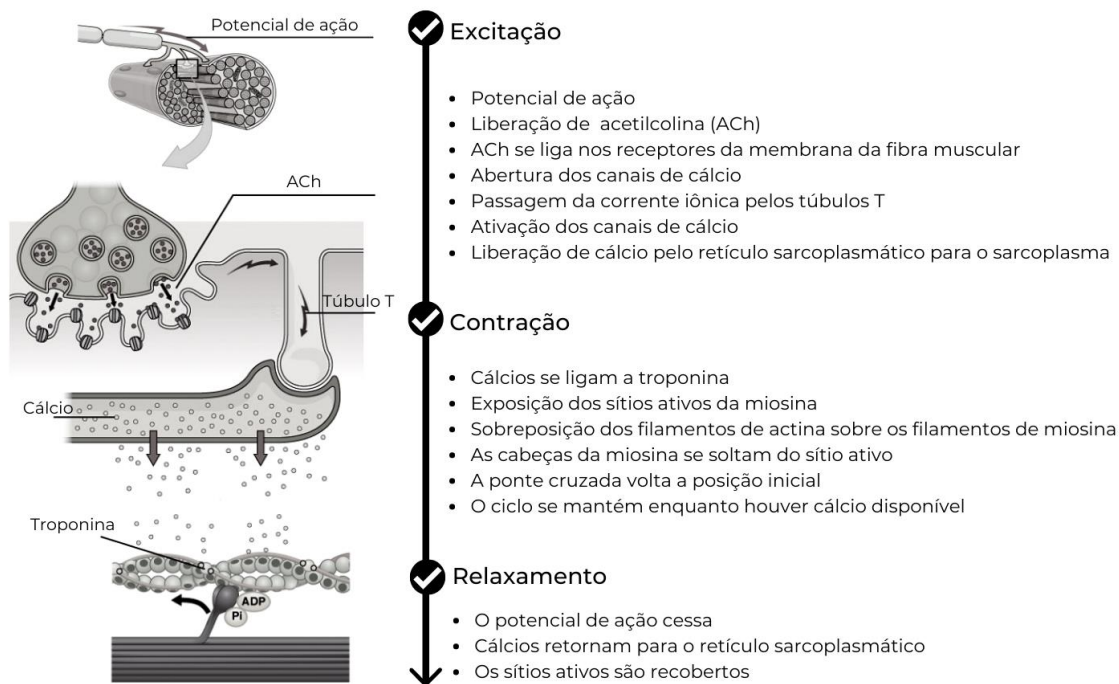


Fonte: Adaptado de Fleck e Kraemer (2017), Hall e Guyton (2017), e Kraemer, Fleck e Deschenes (2015).

Para que os músculos produzam força, as proteínas contráteis dos sarcômeros precisam se sobrepor – fenômeno descrito pela teoria dos filamentos deslizantes (HUXLEY; HANSON, 1954; HUXLEY; NIEDERGERKE, 1954). As mudanças no comprimento dos músculos são causadas pelos filamentos de actina e miosina, que deslizam uns sobre os outros (HUXLEY; HANSON, 1954; HUXLEY; NIEDERGERKE, 1954).

Antes das mudanças no deslizamento dos filamentos, moléculas de cálcio são liberadas para o sarcoplasma da fibra muscular. O cálcio interage com a molécula regulatória troponina, “forçando” a exposição dos sítios ativos da actina para ocorrer o encurtamento (FLECK; KRAEMER, 2017). Todo esse processo envolve etapas sequenciais denominadas de “excitação”, “contração” e “relaxamento” muscular (**Figura 5**).

**Figura 5** - Etapas do processo de excitação, contração e relaxamento muscular.



Fonte: Adaptado de Fleck e Kraemer (2017), e Kraemer, Fleck e Deschenes (2015).

Estudos recentes mais também sugerem que a titina é associada à regulação da força ativa muscular, especificamente durante as contrações excêntricas. Estes estudos classificam a titina como um novo miofilamento na produção de contração muscular, uma vez que ela se liga quimicamente a actina durante o alongamento ativo do músculo, auxiliando na produção de força nesse processo (HERZOG *et al.*, 2012; HERZOG, 2014).

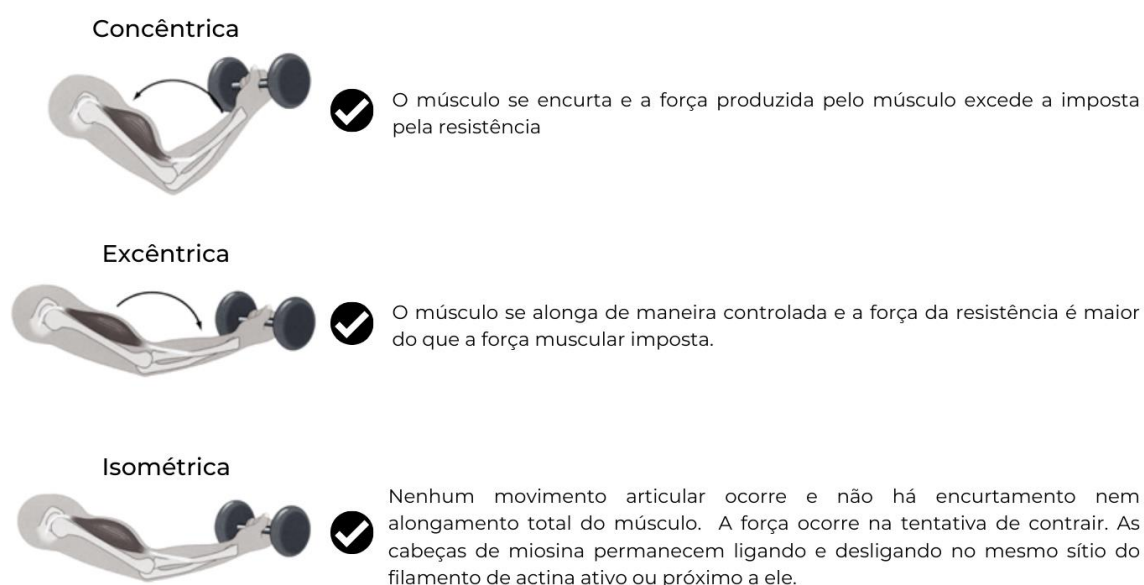
Portanto, a quantidade de interações realizadas entre os filamentos de actina, miosina e titina, que ditará a força que será produzida (FLECK; KRAEMER, 2017; KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2015).

### 2.3 Força muscular

Na física mecânica, a força, medida em Newtons, é uma grandeza física definida como uma ação capaz de deformar ou modificar a velocidade de um corpo (ZATSIORSKY; KRAEMER, 2008). A força muscular pode ser conceituada como a quantidade de tensão que os músculos contraem em um padrão específico de movimento para resistir ou superar uma resistência externa (FLECK; KRAEMER, 2017). A força muscular é estudada na senescência,

porque ela contempla um importante componente da aptidão física relacionado à saúde. Essa conexão é determinada pela sua correlação a condições de saúde e mortalidade (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; METTER *et al.*, 2002; NEWMAN *et al.*, 2006; RIJK *et al.*, 2016). Para estipular parâmetros de força muscular é necessário mensurá-la. Dessa forma, testes que utilizam ações musculares dinâmicas (concêntricas e excêntricas) e isométricas podem ser realizados (**Figura 6**). Os testes dinâmicos, geralmente, são compostos por RMs, e os testes isométricos por tensiômetros e dinamômetros (ACSM, 2019).

**Figura 6** - Ações musculares concêntrica, excêntrica e isométrica.



Fonte: Adaptado de Fleck e Kraemer (2017), e Moore, Dalley e Agur (2019).

Embora testes dinâmicos sejam padrão ouro para mensurar a força muscular (ACSM, 2019), um teste isométrico simples, como o teste de força de preensão manual, é preditivo para força geral, limitações funcionais, cognição, hospitalização e mortalidade precoce (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; METTER *et al.*, 2002; NEWMAN *et al.*, 2006; RANTANEN *et al.*, 1999; RIJK *et al.*, 2016). Maiores resultados de força de preensão manual são associados como agentes protetores dos desfechos mencionados (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; RIJK *et al.*, 2016).

## 2.4 Força de preensão manual

O movimento de preensão manual (“pegada”) refere-se a ações musculares isométricas forçadas, onde o polegar se opõe e circunda os demais dedos das mãos (MOORE; DALLEY; AGUR, 2019) (**Figura 7**). Para mensurar a força produzida por esse movimento, realiza-se um teste com um equipamento específico, o dinamômetro manual, expresso em quilograma-força (kgf) ou Newtons (ACSM, 2019; LABOTT *et al.*, 2019).

**Figura 7** - Demonstração do gesto motor de preensão manual.



Fonte: Autores (2022).

Durante o teste, o medidor do dinamômetro deve ser colocado em zero, e o participante deve ajustar o pegador do aparelho para que as articulações metacarpofalangianas se encaixem corretamente. O indivíduo segura o dinamômetro na linha do antebraço, no nível da coxa, e longe do corpo. Aperta-se o aparelho o mais forte que puder, evitando a manobra de valsava. A mão e o dinamômetro não podem encostar no corpo ou qualquer outro objeto. O procedimento é repetido mais duas vezes com cada mão. A pontuação final é a soma das leituras mais altas de cada mão ou a leitura mais alta da mão dominante (ACSM, 2019).

Evidências arqueológicas e teoria biológico-evolutiva creditam a preensão manual como resultado de um movimento global – a ação de golpear (MARZKE;

MARZKE, 2000; YOUNG, 2003). Acredita-se que a “pegada” com oposição dos polegares evoluiu conforme as ferramentas manufaturadas se tornaram mais sofisticadas (YOUNG, 2003). Sugere-se que ela era utilizada para segurar ferramentas cilíndricas, com objetivo de golpear objetos e outros organismos (NAPIER, 1956; YOUNG, 2003). Ferramentas de combate encontradas de *Homo neanderthalensis* King, 1864, *Homo erectus* Duboius, 1894 e *Homo heidelbergensis* Schoetensack, 1908 sustentam essa teoria (DALTON, 2009; HARMAND *et al.*, 2015).

A ação de golpear é creditada como um movimento global, porque para efetuar o gesto motor, é necessário ocorrer transferência de energia cinética dos membros inferiores até os superiores. Músculos do tronco devem estar ativos, e as mãos, estruturas distais do movimento, têm papel primordial na estabilidade, sustentação e eficiência do movimento (YOUNG, 2003). Provavelmente indivíduos com força de preensão manual maior possuíam expressivas vantagens evolutivas em relação aos mais fracos (**Figura 8**). Ser mais forte aumentaria a probabilidade de sobrevivência em ambientes hostis (YOUNG, 2003).

**Figura 8** - Vantagens evolutivas de indivíduos com preensão manual forte.



- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ✓ Novas oportunidades de procriar    | ✓ Caçar presas maiores e mais fortes |
| ✓ Hostilidades e disputa territorial | ✓ Proteger a prole com mais eficácia |
| ✓ Disputar alimentos                 | ✓ Se defender de predadores          |

Fonte: Adaptado de Marzke e Marzke (2000) e Young (2003).

Hoje em dia, ter a preensão manual forte parece não diferir de propósito dos ancestrais, apenas de contextos. Ter a “pegada” forte na sociedade moderna é correlacionada com independência física por mais tempo, menos chance de quedas quando se é mais velho e menor probabilidade de morrer prematuramente (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; METTER *et al.*, 2002; NEWMAN *et al.*, 2006; RANTANEN *et al.*, 1999; RIJK *et al.*, 2016). Pessoas fortes atenuam a fragilidade física, são mais ativas e tendem a ter melhor bem-estar psicológico e qualidade de vida (COUTINHO, 2011; FRAGALA *et al.*, 2019). Por isso, quando o objetivo de alguma pessoa é otimizar esse componente físico, aconselham-se estratégias cientificamente comprovadas para desenvolvê-lo (FLECK; KRAEMER, 2017; FRAGALA *et al.*, 2019; KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002; ZATSIORSKY; KRAEMER, 2008). Diante disso, o treinamento de força entra em evidência como a principal estratégia.

## 2.5 *Treinamento de força*

O treinamento de força, também conhecido como treinamento resistido, é o treinamento físico que utiliza exercícios contra uma resistência externa facilmente reconhecida, manipulável e mensurável (FLECK; KRAEMER, 2017; ZATSIORSKY; KRAEMER, 2008). Exercícios de força exigem que os músculos se movimentem, ou tentem se movimentar, contra uma força de oposição, como por exemplo, exercida pelo uso de máquinas, anilhas, barras e halteres (FLECK; KRAEMER, 2017; WESTCOTT, 2012; ZATSIORSKY; KRAEMER, 2008).

Até o final do século XIX, o treinamento de força se resumia à prática de atletas de força e “artistas circenses” (KRAEMER *et al.*, 2017; SALLES, 2020; WESTCOTT, 2012). Pessoas fisicamente ativas não realizavam esse treinamento, porque existia a crença de ser lesivo e contraproducente para tarefas esportivas (KRAEMER *et al.*, 2017; SALLES, 2020). A história do treinamento de força começa com poucas pesquisas científicas entre 1890 até a década de 1970. Somente nos meados da década de 1970 os estudos evoluíram de apenas avaliações de força muscular para influência no desempenho atlético, saúde física e mudanças fisiológicos (KRAEMER *et al.*, 2017).

A prática regular do treinamento de força promove adaptações fisiológicas nos sistemas orgânicos (FLECK; KRAEMER, 2017). As adaptações fisiológicas interferem no funcionamento dos sistemas musculoesquelético, neuromuscular, endócrino e cardiovascular (**Figura 9**).

**Figura 9** - Adaptações fisiológicas do treinamento de força.



**Sistema musculoesquelético:** aumento das atividades enzimáticas; hipertrofia muscular; aumento da síntese proteica; transformação de subtipos de fibras musculares; aumento de células satélites e mionúcleos; e desinibição dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG).



**Sistema neuromuscular:** maior ativação da muscular por unidade motora; aumento na frequência de disparo de sinapses por unidade motora; e menor dispêndio energético para recrutamento de unidades motoras.



**Sistema endócrino:** alteração das concentrações hormonais.



**Sistema cardiovascular:** pressão arterial aguda aumentada; possível aumento da espessura da parede esquerda ventricular e câmara cardíaca; aumento da frequência cardíaca e pressão arterial durante exercícios dinâmicos de alta intensidade; aumento da resistência vascular devido ao aumento da pressão intramuscular que comprime os vasos sanguíneos; e resposta hipotensiva pós exercício.

Fonte: Adaptado de Fleck e Kraemer (2017), e Kraemer, Fleck e Deschenes (2015).

O treinamento de força crônico promove a melhora da saúde metabólica, melhora da saúde física e a diminuição dos efeitos deletérios do envelhecimento (FLECK; KRAEMER, 2017; KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002). Nos idosos, ocorre o aumento da secção transversa muscular, aumento da potência e força muscular (14 a 97%), fortalecimento dos tendões e aumento da densidade mineral óssea do sistema musculoesquelético dos idosos. Aumento da ativação do sistema nervoso central, aumento de atividades eletromiográficas e melhora da coordenação motora ocorrem no sistema neuromuscular (FLECK; KRAEMER, 2017; FRAGALA *et al.*, 2019; KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002). Entretanto, para que o treinamento seja eficiente e consiga atender os benefícios anteriores, a prescrição deve considerar os princípios e as variáveis do treinamento de força (**Figura 10**). Dentre as variáveis, a seleção dos exercícios ganha destaque nessa pesquisa.

**Figura 10 - Princípios e variáveis do treinamento de força.**



Fonte: Adaptado de Kraemer, Fleck e Deschenes (2015), Kraemer e Ratamess (2004), e Salles (2020).

A seleção dos exercícios consiste na escolha dos ciclos de movimentos que serão executados e ordenados dentro da sessão de cada treino (KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2015; RATAMESS *et al.*, 2009). Os tipos de exercícios de força são separados em multiarticulares e monoarticulares (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009). Os multiarticulares costumam ser os exercícios primários do treino de força, visto que demandam mais dispêndio de energia e possibilitam levantar mais peso (COUTINHO, 2011; SALLES, 2020). Os monoarticulares costumam ser os exercícios “acessórios”, os quais permitem o “isolamento” de músculos específicos, potencializando a hipertrofia e explorando torques em amplitudes diferentes (SALLES, 2020). Existindo a possibilidade de utilizar exercícios multi e monoarticulares, os treinadores de força precisam definir quais resistências externas serão empregadas para executar estes exercícios nas sessões de treinamento. Nas categorias dos equipamentos, destacam-se os pesos livres e as máquinas, sobrecargas comumente utilizadas (SALLES, 2020).



## 2.6 Equipamentos do treinamento de força

Pesos livres e máquinas são frequentemente utilizados porque neles as cargas são fáceis de manipular e contabilizar. Contudo, dentro da comunidade científica e nas academias convencionais existe a dicotomia entre os treinadores sobre qual deles é mais eficiente para aumentar a massa muscular e a força (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; HAFF, 2000; SANTANA, 2001). Os pesos livres são equipamentos comuns dentro das academias convencionais (**Figura 11**). Costumam-se chamar de pesos livres as barras, anilhas e halteres. O termo “peso livre” é referido porque esses equipamentos são movimentados “livremente” no espaço, sem restrição de uma máquina, por exemplo (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020).

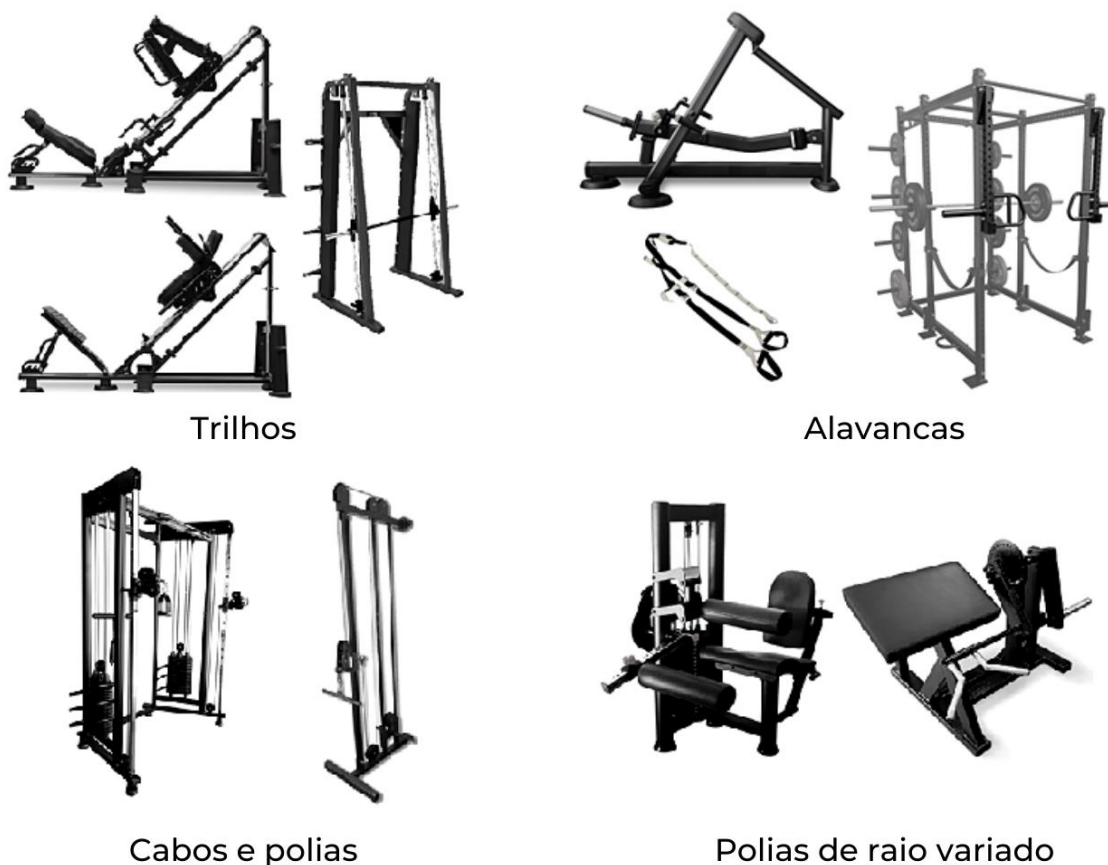
**Figura 11** - Pesos livres.



Fonte: Autores (2022).

As máquinas também são comuns dentro das academias convencionais (**Figura 12**). A diversidade de marcas e modelos cresce exponencialmente a cada ano. As máquinas são classificadas em trilhos, alavancas, cabos e polias e CAMs (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020).

**Figura 12** - Tipos de máquinas.



Fonte: Autores (2022).

Os trilhos costumam ser representados pelos *leg presses*, *hack squats* e *smith machines*. As alavancas pelas remadas “cavalinho”, *jammer arms* e TRX. Os cabos e polias pelos *cross-overs*, *pull-downs* e remadas com cabos. As CAMs pela cadeira extensora, cadeira flexora, cadeira adutora e abduutora e a rosca *scott*.

## 2.7 Pesos livres versus máquinas

Máquinas e pesos livres diferem em aparência, movimento, magnitude e direção da força (**Quadro 1**). Se ocorrer a comparação entre esses equipamentos, vantagens e desvantagens são creditadas para cada um deles (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020; HAFF, 2000; KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001).

**Quadro 1** - Movimento, magnitude e direção da força dos equipamentos do treinamento de força.

Equipamento	Movimento	Magnitude da força	Direção da força
Pesos livres	Sem restrição	Depende da massa, gravidade e aceleração aplicada no equipamento.	Na maioria das vezes, é orientado para o centro da Terra devido à aceleração da gravidade; essa direção pode variar se o equipamento for acelerado em outro plano.
Trilhos	Restrito	Depende da massa e inclinação do trilho	Depende da inclinação do trilho.
Alavancas	Restrito	Depende do torque do equipamento	Tangente ao eixo da alavanca
Cabos e polias	Sem restrição	Depende da massa utilizada no equipamento, da aceleração utilizada no exercício e da disposição das polias na máquina.	A força é aplicada na mesma direção do cabo.
Polias de raio variado	Restrito	Depende da gravidade e do raio variado.	Perpendicular ao braço da máquina.

Fonte: Adaptado de Charro, Figueira Junior e Allegretti Junior (2020).

Os pesos livres são menos custosos financeiramente. Vários exercícios podem ser feitos com poucos equipamentos, se adequam à individualidade anatômica do praticante, demandam mais controle intra e intermuscular, oferecem maior capacidade de produção de trabalho e possibilitam mais transferência de movimento para atividades físicas diárias e esportivas (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020; HAFF, 2000;

KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001). Em contrapartida, necessitam mais tempo de ajuste do equipamento, são mais difíceis de aprender e, geralmente, é aconselhável a participação de ajudantes para garantir a segurança do movimento (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020; HAFF, 2000; KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001).

As máquinas são de fácil aprendizagem e execução, a alteração da resistência é rápida, costumam não precisar de ajudantes, é possível focar em músculos “específicos”, são mais atrativas para o público consumidor e possibilitam mais rotatividade de praticantes (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020; HAFF, 2000; KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001). Porém, são mais caras, exigem baixo controle intermuscular, um número limitado de exercícios é feito por máquina, não se adequam a individualidade anatômica do praticante e menor transferibilidade de movimentos para atividades físicas diárias e esportivas é sugerida (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; ALLEGRETTI JUNIOR, 2020; HAFF, 2000; KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001). Devido a essas distinções, estudos científicos buscaram avaliar se existe distinção entre exercícios e treinamentos de força com pesos livres ou máquinas para diferentes desfechos (ANDERSON; BEHM, 2005; ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; JOHNEN; SCHOTT, 2018; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009; SCHWANBECK *et al.*, 2020).

Em adultos, quando se avalia apenas a ativação eletromiográfica, exercícios com pesos livres mostraram aumento significativo da ativação de músculos estabilizadores em comparação às máquinas (ANDERSON; BEHM, 2005; MCCAW; FRIDAY, 1994; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009). A atividade eletromiográfica dos músculos sóleo, gastrocnêmio, vasto medial, bíceps femoral, estabilizadores abdominais, eretores lombares e eretores lombosacrais da coluna vertebral foi significamente maior no agachamento livre em comparação ao agachamento na *smith machine* (ANDERSON; BEHM, 2005; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009). A atividade eletromiográfica do

deltoide anterior e medial foi significativamente maior no supino com barra em comparação ao supino na máquina (MCCAW; FRIDAY, 1994).

Quando os estudos focaram em comparar treinamentos com pesos livres ou máquinas para desfechos distintos (massa muscular, força muscular, capacidade funcional e resposta hormonal), não houve diferenças significativas entre os grupos (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHWANBECK *et al.*, 2020).

Com pessoas idosas, poucos são os estudos disponíveis na literatura que realizaram essa comparação. Os estudos que compararam o treinamento de força com pesos livres e máquinas avaliaram força muscular, capacidade funcional e capacidade cognitiva (ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; JOHNEN; SCHOTT, 2018; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019). Destes estudos, apenas dois mensuraram a força de preensão manual (JOHNEN; SCHOTT, 2018; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019).

Um ensaio clínico randomizado comparou os efeitos da capacidade funcional entre um treinamento de força com pesos livres e máquina durante 12 semanas em idosos institucionalizados (JOHNEN; SCHOTT, 2018). Ambos os grupos tiveram aumento significativo nos testes de TUG e CRT, porém, não mostraram diferença significativa entre os grupos.

Outro ensaio clínico randomizado comparou os efeitos na força muscular de treinamento de força de alta intensidade com pesos livres ou máquinas, durante 26 semanas, em idosos saudáveis (SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019). Embora os autores tenham realizado testes de RM e preensão manual, o teste utilizado para análise estatística comparativa entre grupos foi o de RM em todos os exercícios prescritos. Os resultados mostraram que apenas o treinamento com pesos livres teve aumento significativo da força muscular nos exercícios para membros inferiores e tríceps.

De modo geral, treinamentos com pesos livres aparentam ser mais eficientes para atividades físicas diárias (SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER,

2019) e para o aumento do desempenho cognitivo em idosos (ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020). Embora o princípio da especificidade sugere estas conclusões, existe carência de evidências sobre treinamentos de força que compararam pesos livres ou máquinas para diferentes desfechos em indivíduos idosos.

### **3 PRODUÇÃO CIENTÍFICA I: FORÇA DE PREENSÃO MANUAL NÃO DIFERE ENTRE TREINAMENTOS DE FORÇA QUE UTILIZARAM PESOS LIVRES OU MÁQUINAS EM INDIVÍDUOS IDOSOS: ESTUDO DE REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

#### *3.1 Resumo*

Ao longo dos anos, o envelhecimento do sistema muscular causa natural atrofia da massa muscular e diminuição da força muscular. Níveis baixos de força muscular são relacionados com o surgimento de doenças, limitações físicas e o aumento de morte prematura em idosos. O teste de força de preensão manual é um parâmetro eficiente para mensurar a força muscular geral. Os treinamentos de força com pesos livres ou máquinas são importantes ferramentas capazes de aumentar este desfecho. Entretanto, estes equipamentos diferem em aparência, biomecânica e estratégia de seleção dentro de uma periodização. Logo, a comunidade científica questiona-se qual destas modalidades de equipamentos é mais eficiente para diferentes desfechos. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar se existe diferença significativa na força de preensão manual em treinamentos de força que utilizaram pesos livres ou máquinas em indivíduos idosos através de uma revisão sistemática e metanálise. Esta pesquisa seguiu os protocolos e cumpriu todas as exigências da *Cochrane* e *The PRISMA Statement*. A busca na literatura foi realizada nas bases de dados eletrônicas *Cochrane Library*, *EMBASE*, *MEDLINE/PubMed*, *SCOPUS*, *Web of Science* e *Science Direct*, e foram realizadas buscas nas referências de estudos já publicados sobre o assunto. Os critérios de elegibilidade incluíram artigos completos de ensaios clínicos em inglês com indivíduos idosos aptos para a prática de exercícios físicos; intervenção com treinamento de força que compararam pesos livres com máquinas; e avaliação da força de preensão manual pré e pós treinamento. De 436 estudos recuperados das bases de dados, dois estudos ( $n = 2$ ) preencheram os critérios de inclusão para a realização da revisão sistemática e metanálise. A análise estatística não mostrou diferença significativa entre grupos para a força de preensão manual (Força de preensão manual = -0,1 kgf, 95% IC = -0,43 a 0,23,  $p = 0,56$ ). Não houve heterogeneidade entre os estudos ( $\text{Chi}^2 = 0,00$ ,  $i^2 = 0\%$ ,  $p = 1,00$ ). Embora os treinamentos de força com pesos livres ou máquinas sejam eficientes para o aumento da força de preensão manual após um período de treinamento, não houve diferença significativa na força de preensão manual entre treinamentos de força que utilizaram pesos livres ou máquinas em indivíduos idosos.

Palavras-chave: Envelhecimento humano; Treinamento de força; Pesos livres; Máquinas; Força de preensão manual.

### 3.2 Introdução

O envelhecimento humano é um processo que afeta todos os países do mundo. O aumento da população idosa, anteriormente identificado em países desenvolvidos, agora também ocorre em países de baixa e média renda. Estima-se que, em 2030, uma em cada seis pessoas será idosa (60 anos ou mais) (WHO, 2021). Envelhecer envolve aspectos físico-sociais, características comportamentais e aspectos biológicos (LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; WHO, 2021). Referente ao envelhecimento biológico, o acúmulo de danos provindos de alterações moleculares e celulares impacta no envelhecimento que cada indivíduo irá experimentar ao longo da vida (HOEIJMAKERS, 2009; LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; MULLER *et al.*, 2007). Essas alterações podem acarretar desequilíbrio homeostático no organismo. Consequentemente, existe maior propensão para o surgimento de doenças crônicas e incapacidade física conforme o indivíduo envelhece (HOEIJMAKERS, 2009; LÓPEZ-OTÍN *et al.*, 2013; MULLER *et al.*, 2007).

As alterações moleculares e citológicas acabam afetando as estruturas e funções dos sistemas orgânicos. No sistema musculoesquelético, ocorre a natural atrofia da massa muscular e diminuição da força muscular (DELMONICO *et al.*, 2009; GOODPASTER *et al.*, 2006). Esse processo se torna um *feedback* positivo, pois a gradual diminuição de fibras musculares acarreta o declínio da força, levando à atrofia muscular por desuso (GOODPASTER *et al.*, 2006). A diminuição natural da massa e força muscular, processo conhecido como “sarcopenia”, é um problema de saúde para os idosos, uma vez que diminui a independência física e é relacionada com o aumento de morte precoce (FRAGALA *et al.*, 2019).

Para avaliar o nível de força muscular e estabelecer se o indivíduo está dentro dos parâmetros de saúde, utilizam-se testes com ações musculares dinâmicas e/ou isométricas. Embora testes dinâmicos sejam padrão-ouro para determinar a força global, um teste simples e eficaz também se mostra eficiente: o teste de força isométrica de preensão manual (ACSM, 2019; LABOTT *et al.*, 2019). Esse teste utiliza o dinamômetro manual, expresso em quilograma-força



(kgf) ou Newtons (ACSM, 2019; LABOTT *et al.*, 2019). A força de preensão manual é preditiva para força geral, limitações funcionais e cognitivas, dependência física, hospitalização e mortalidade precoce (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; METTER *et al.*, 2002; NEWMAN *et al.*, 2006; RANTANEN *et al.*, 1999; RIJK *et al.*, 2016). Maiores magnitudes de força de preensão manual são associadas como agentes protetores dos desfechos que acometem os idosos citados anteriormente (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; RIJK *et al.*, 2016).

Visando reduzir os impactos da sarcopenia, torna-se importante o uso de estratégias cientificamente comprovadas para aumentar a força dos idosos. Diante disso, o treinamento de força entra em evidência como a principal estratégia (FRAGALA *et al.*, 2019; KRAEMER; RATAMESS, 2004; MAGNUSSON THOMAS; SAHLBERG; SVANTESSON, 2008; TOSELLI *et al.*, 2020). O treinamento de força é um tipo de treinamento físico onde os músculos realizam força muscular contra uma força de oposição (KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009). Os pesos livres (barras, halteres e anilhas) e as máquinas (trilhos, alavancas, cabos e polias) são modalidades de resistências externas que compõem as forças de oposição do treinamento de força (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; HAFF, 2000; KRAEMER *et al.*, 2002; RATAMESS *et al.*, 2009; SANTANA, 2001). Ambas as modalidades são eficientes para aumentar a força muscular (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; JOHNEN; SCHOTT, 2018; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019; SCHWANBECK *et al.*, 2020).

Entretanto, existem discussões na comunidade científica sobre qual dessas resistências externas são mais eficientes para aumentar a força muscular e demais desfechos (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; HAFF, 2000; SANTANA, 2001). Buscando solucionar essa dúvida, pesquisas comparativas entre pesos livres e máquinas avaliaram a ativação eletromiográfica, antropometria, habilidades funcionais, alterações hormonais e força muscular em adultos (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; MCCAWE; FRIDAY, 1994; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHICK *et al.*, 2010; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009; SCHWANBECK *et al.*,

2020). Em idosos, estudos avaliaram a capacidade cognitiva, capacidade funcional e força muscular (ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; JOHNNEN; SCHOTT, 2018; SCHOTT; JOHNNEN; HOLFELDER, 2019).

Tanto os pesos livres quanto as máquinas se mostraram eficientes para gerar incremento na força de preensão manual pós treinamento para idosos (BRILL *et al.*, 1998; HERDA; NABAVIZADEH, 2021; JOHNNEN; SCHOTT, 2018; OSCO *et al.*, 2021; SCHOTT; JOHNNEN; HOLFELDER, 2019; SILVA *et al.*, 2020). Porém, não foi encontrada na literatura disponível uma pesquisa de revisão sistemática e metanálise que verificou se algum destes treinamentos de força (pesos livres ou máquinas) é melhor para a força de preensão manual em comparação ao outro em indivíduos idosos.

Assim, o objetivo dessa pesquisa foi comparar se existe diferença significativa na força de preensão manual em treinamentos de força que utilizaram pesos livres ou máquinas em indivíduos idosos através de uma revisão sistemática e metanálise. Caso exista essa diferença, se o objetivo do treinamento for o aumento da força de preensão manual, essa investigação poderá servir de referência para que os treinadores possam priorizar a modalidade de resistência externa, quando for prescrever os exercícios de força para esta população.

Como hipótese inicial, pressupõem-se que o treinamento de força com pesos livres promoverá aumento significativo da força de preensão manual em comparação às máquinas. Essa hipótese é fundamentada na maior ativação de músculos estabilizadores que os exercícios com pesos livres proporcionam em comparação as máquinas (ANDERSON; BEHM, 2005; MCCAWE; FRIDAY, 1994; SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009).

### 3.3 *Materiais e método*

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática e metanálise que seguiu as recomendações propostas pelo *Handbook* da Colaboração *Cochrane* (HIGGINS *et al.*, 2021) e *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses: The PRISMA Statement* (MOHER *et al.*, 2009). A revisão sistemática elaborada nesta pesquisa foi registrada no PROSPERO (CRD42021286468), plataforma *on-line* produzida pelo *Center for Reviews and Dissemination University of York* e fundada pela *National Institute for Health Research* (NIHR).

#### *Buscas na literatura e critérios de elegibilidade*

A busca na literatura foi realizada do mês de abril até outubro de 2021, nas seguintes bases de dados eletrônicas: *Cochrane Library*; EMBASE (Elsevier); MEDLINE/PubMed (via *National Library of Medicine*); SCOPUS (Elsevier); *Web of Science* – Coleção Principal (*Clarivate Analytics*); e *Science Direct*. Também foram realizadas buscas nas referências de estudos já publicados sobre o assunto. A pesquisa foi composta pelos seguintes termos: “*Resistance Training*” e “*Strength Training*” para treinamento de força; “*Free-weight*” e “*Free Weight*” para pesos livres; “*Machine*” para máquinas; “*Aged*”, “*Elderly*” e “*Old*” para idosos; e “*Hand Strength*”, “*Handgrip*”, “*Grip*” e “*Isometric Strength*” para força de preensão manual.

Para definição dos critérios de inclusão e exclusão utilizou-se a estratégia PICO, cujo acrônimo significa população (P), intervenção (I), comparação (C), e desfecho (O) (MOHER *et al.*, 2009). Foram incluídos artigos completos originalmente em inglês, de ensaios clínicos que estudaram grupos alvos de indivíduos idosos (idade igual ou maior a 60 anos) aptos para a prática de exercícios físicos (P). Outros critérios de inclusão foram que os estudos deveriam realizar a intervenção com treinamento de força (I) e comparar pesos livres com máquinas (C). A força de preensão manual (O), uma variável contínua, deveria compor um dos desfechos analisados na pesquisa e deveria ser avaliada pré e pós treinamento. Não houve delimitação de período da publicação.

Os critérios de exclusão foram estudos que não compararam pesos livres com máquinas, estudos que não incluíram idosos, estudos que incluíram mudanças na dieta ou adição de suplementos alimentares, e estudos que utilizaram amostras com transtorno cognitivo grave e doenças crônicas cardiorrespiratórias e metabólicas.

#### *Seleção dos estudos e extração dos dados*

Os títulos e resumos de todos os artigos identificados pela estratégia de busca foram avaliados, independentemente, por dois investigadores, de forma duplicada. Todos os resumos que não forneceram informações suficientes sobre os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados para a avaliação dos textos completos. Na segunda fase, os mesmos revisores, de maneira independente, avaliaram os artigos na íntegra e fizeram a sua seleção de acordo com os critérios de elegibilidade. Os mesmos dois revisores conduziram, de forma independente, a extração dos dados no que diz respeito às características metodológicas, intervenções e resultados dos estudos por meio de formulários padronizados. Discordâncias entre os revisores foram resolvidas por consenso, e, em casos de persistência do desacordo, a avaliação foi feita por um terceiro revisor.

#### *Avaliação da qualidade metodológica*

A qualidade de cada estudo foi avaliada independentemente por dois dos autores. Os desacordos foram resolvidos por consenso ou por um terceiro revisor. A qualidade dos estudos foi determinada pelos domínios de qualidade de evidência, em ensaios clínicos da *Cochrane* (HIGGINS *et al.*, 2021). Esse protocolo separa sete domínios, e para cada um dos domínios é avaliado o risco de viés, sendo classificado como “alto”, “incerto” ou “baixo risco de viés”. Para cada estudo incluído foram avaliados diferentes domínios relacionados a risco de vieses (HIGGINS *et al.*, 2021): geração da sequência de randomização; sigilo da alocação; mascaramento (cegamento) de participantes e equipe; mascaramento (cegamento) na avaliação de desfecho; dados incompletos de desfechos; relato seletivo de desfechos; e outras fontes de vieses.

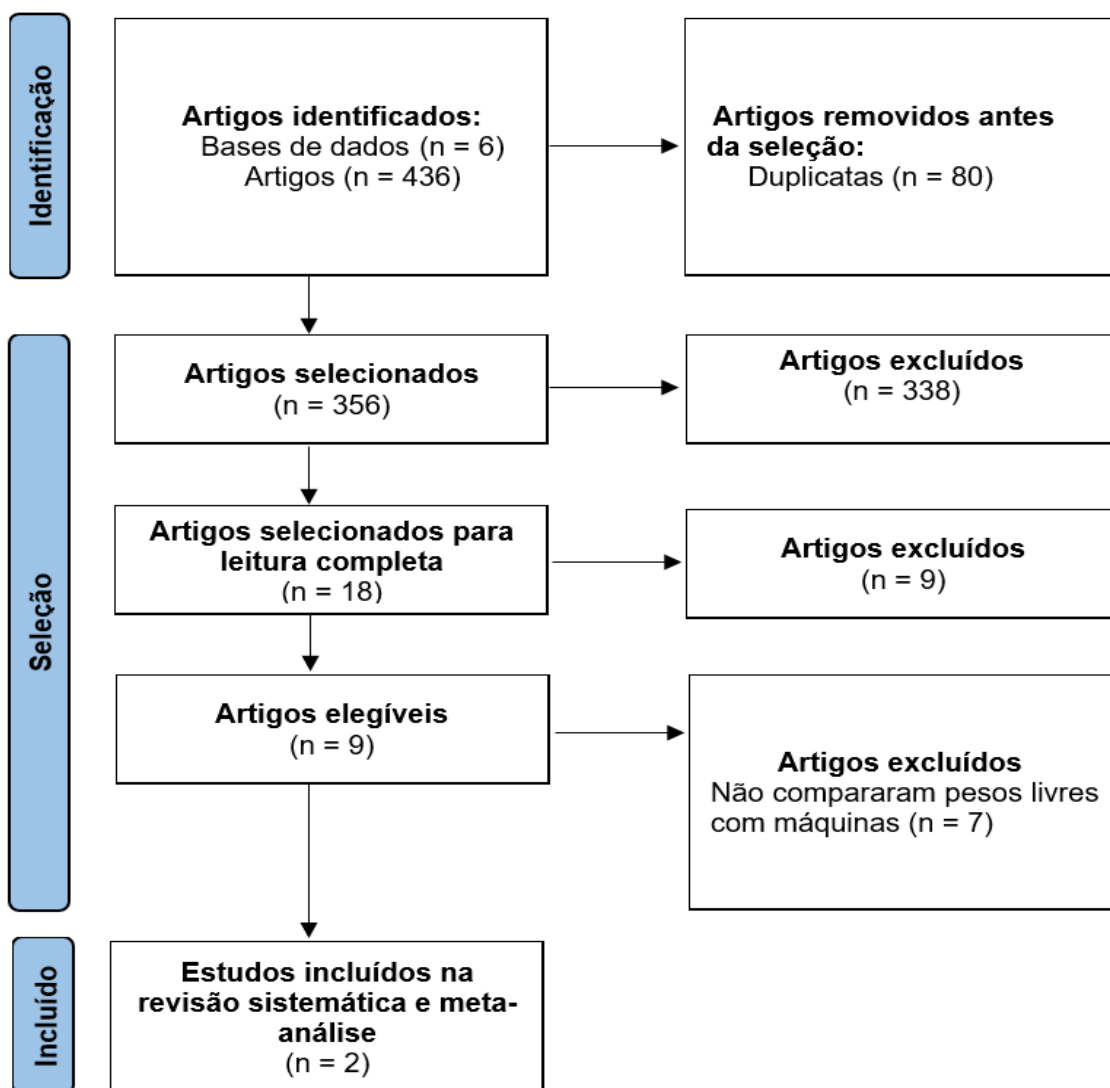
### *Análise estatística*

A metanálise foi realizada, usando o *software Review Manager (RevMan)*, versão 5.4.1. Foi performada uma metanálise para a variável de força de preensão manual. O tamanho do efeito foi calculado com base na variação de força de preensão manual pré e pós treinamento de força com pesos livres ou máquinas. Para calcular os dados da força de preensão manual utilizou-se o efeito bruto/absoluto. Para calcular a heterogeneidade dos estudos utilizaram-se efeitos fixos. O viés de publicação foi analisado pela avaliação gráfica, realizada através do gráfico de funil. Não foram apresentadas análises complementares de subgrupos.

### *3.4 Resultados*

De 436 estudos potencialmente relevantes recuperados das bases de dados, 80 foram excluídos por serem duplicados e 338 foram excluídos pelos revisores, após análise de título e resumo. Dos 18 estudos restantes foi realizada a revisão na íntegra, restando nove ensaios clínicos. Destes, sete foram excluídos, porque não compararam treinamento de força com pesos livres e máquinas, restando dois estudos que preencheram os critérios de inclusão para a realização da revisão sistemática e metanálise (JOHNEN; SCHOTT, 2018; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019) (**Figura 13**).

**Figura 13** - Fluxograma dos estudos identificados, selecionados e incluídos.



Fonte: Autores (2022).

Ambos os estudos selecionados incluíram indivíduos idosos entre 60 e 95 anos e sem restrição para a prática de treinamento de força. Um estudo avaliou as amostras por 12 semanas de treinamento (JOHNEN; SCHOTT, 2018). Os valores de média e desvio-padrão da força de prensão manual da mão dominante foram de  $13,6 \pm 7,7$  kgf pré e  $14,6 \pm 6,9$  kgf pós treinamento com máquinas e  $10,1 \pm 8$  kgf pré e  $11,2 \pm 8,22$  kgf pós treinamento com pesos livres. Para realizar as mensurações os autores utilizaram um dinamômetro Jamar®.

Outro estudo avaliou as amostras por 26 semanas de treinamento (SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019). Os valores de média e desvio-padrão da força de preensão manual da mão dominante foram de  $22,3 \pm 4,81$  kgf pré e  $23,1 \pm 5,85$  kgf pós treinamento com máquinas e  $22,9 \pm 6,25$  kgf pré e  $23,8 \pm 6,43$  kgf pós treinamento com pesos livres da mão dominante. Para realizar as mensurações os autores utilizaram um dinamômetro Smedeley II®. As principais características dos estudos são detalhadas na **Tabela 1** e **Tabela 2**.

**Tabela 1** - Características dos estudos: design do estudo e população.

Autores Nomes	Design do estudo				População		
	Título	Tipo de estudo	Crítérios de inclusão	Crítérios de exclusão	N	Idade	Sexo
Johnen e Schott (2018)	<i>Feasibility of a machine vs free weight strength training program and its effects on physical performance in nursing home residents: a pilot study</i>	ECR	Residentes de uma instituição de longa permanência, entre 61 e 95 anos, com e sem assistência ambulatorial; caso tivesse transtorno cognitivo, deveria ser leve, para não afetar a participação nos treinamentos de força.	Pessoas com prótese ortopédica, pessoas que participassem de outros programas de atividades físicas dentro da instituição de longa permanência, indivíduos que apresentassem exame médico que contraindicasse a prática dos treinamentos (Ex. Doença arterial, trombose, doenças ósseas, doença respiratória e doença renal).	29	83,8 ± 8,0	Homens e mulheres
Schott, Johnen e Holfelder (2019)	<i>Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults</i>	ECR	Ter entre 60 e 90 anos, viver independentemente e não ter feito treinamento de força até seis meses antes, mas ter participado de aulas de <i>fitness</i> seis meses antes.	Indivíduos com fatores de riscos médicos, como insuficiência cardíaca, acidente vascular cerebral, hipertensão ou aterosclerose.	31	66,9 ± 8,55	Homens e mulheres

Legenda: ECR: ensaio clínico randomizado; N: número amostral.

Fonte: Autores (2022).



**Tabela 2 - Características dos estudos: treinamentos de força.**

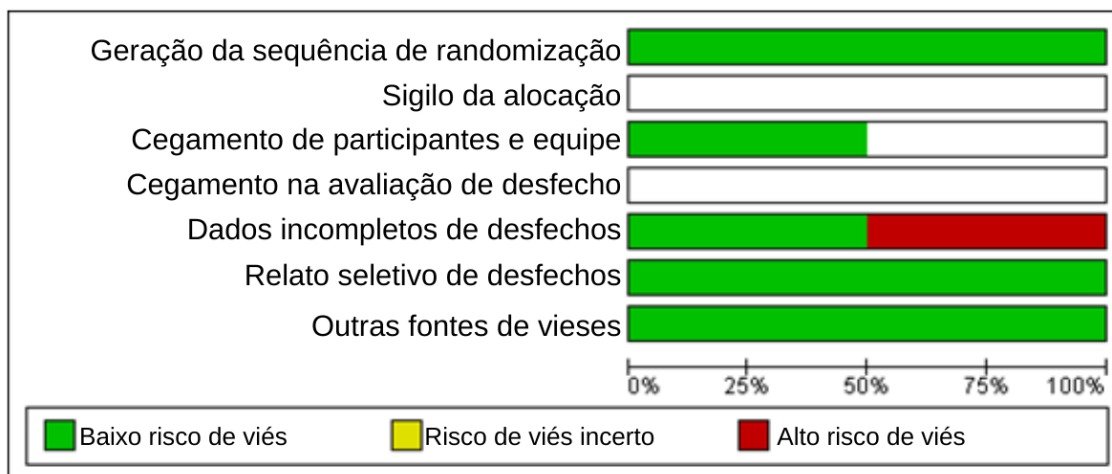
Autores	Treinamento								
	Grupos	N	Período	Frequência semana	Duração	Intervalo entre séries	Séries e repetições	Intensidade	Exercícios
Johnen e Schott (2018)	Máquinas	14	12 semanas	2 vezes	45 a 60 minutos	1 minuto	1 série de 18-20 repetições	Iniciou com 50% de 8RM e progrediu para 75-80% de 8RM (PSE 12 na Escala de Borg 6-20).	<i>Leg press, latissimus pull down, elbow and shoulder extension dip and back extensor.</i>
	Pesos livres	15					2 séries de 10 a 12 repetições	Iniciou com 50% de 8RM e progrediu para 75-80% de 8RM (PSE 12 na Escala de Borg 6-20).	Não informado.
Schott, Johnen e Holfelder (2019)	Máquinas	16	26 semanas	2 vezes	75 a 90 minutos	Não informado.	2 séries de aquecimento e 3 séries de 10 a 12 repetições	RM	<i>Leg press, chest press, seated rowing, triceps cable extension and biceps cable curls.</i>
	Pesos livres	15					2 séries de aquecimento e 3 séries de 10 a 12 repetições	RM	<i>Squats, bench press, bent-over rowing, lying triceps press and biceps curls.</i>

Legenda: N: número amostral; RM: repetição máxima; PSE: percepção subjetiva de esforço.

Fonte: Autores (2022).

A qualidade dos estudos foi determinada pelos domínios de qualidade de evidência em ensaios clínicos da *Cochrane* (**Figura 14**).

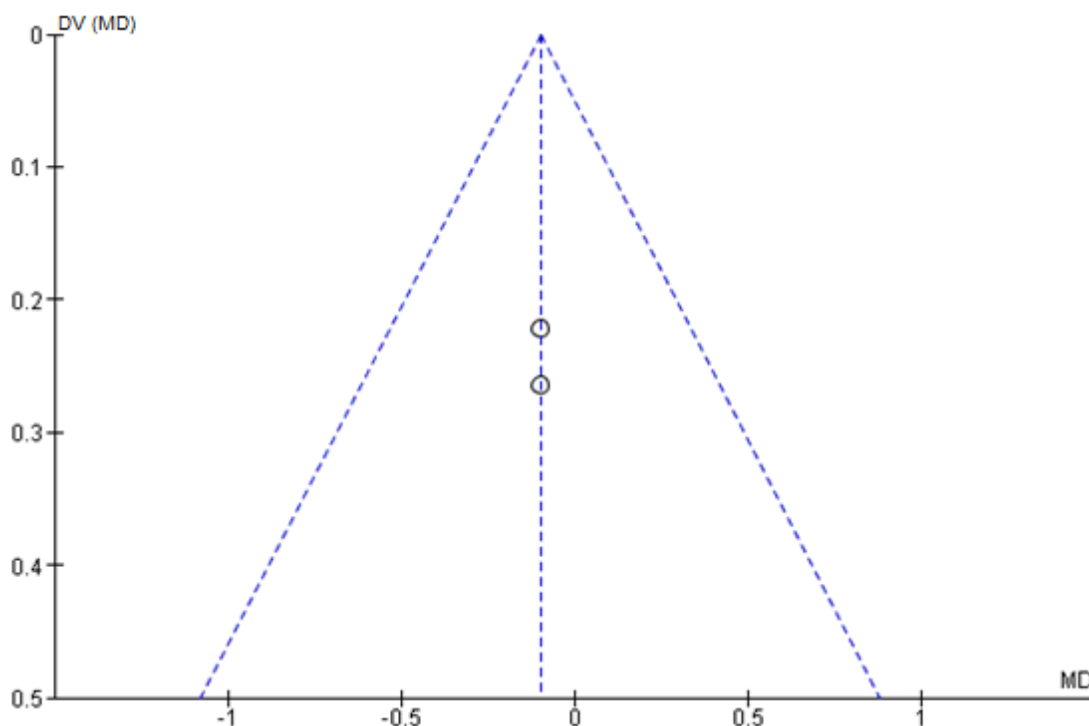
**Figura 14** - Qualidade dos estudos determinada pelos domínios de qualidade de evidência em ensaios clínicos da *Cochrane*.



Fonte: Autores (2022).

Um estudo da metanálise teve “alto risco de viés para dados incompletos de desfechos”, porque houve perda amostral (JOHNEN; SCHOTT, 2018). Nesse estudo, 16 indivíduos desistiram de continuar participando da pesquisa por motivos de doenças, desconforto físico, visitas médicas e/ou por necessitarem de longas estadias hospitalares.

Os estudos avaliados na metanálise não informaram o método de alocação dos participantes nos grupos do estudo, sendo estes itens classificados como “incertos”. A classificação do nível de qualidade no item de cegamento na avaliação de desfecho também foi classificada como “incerta”. Vale ressaltar que, em ensaios clínicos com intervenções de exercícios supervisionados, os avaliadores raramente são cegos, e é impossível cegar os participantes e investigadores. O gráfico em funil mostrou simetria entre os estudos analisados, não indicando viés de publicação (**Figura 15**).

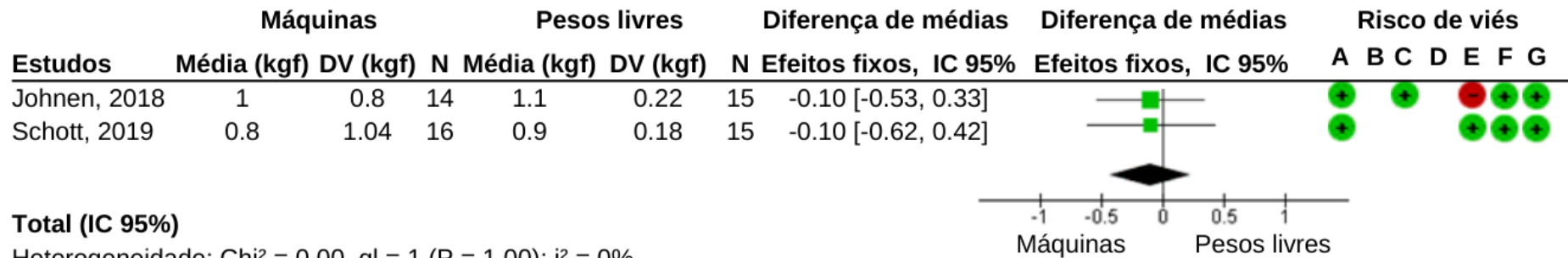
**Figura 15 - Gráfico em funil.**

Legenda: DV: desvio padrão; MD: mediana.  
 Fonte: Autores (2022).

A **Figura 16** mostra o gráfico de floresta comparando as diferenças de força de prensão manual entre o treinamento de força com máquinas e o treinamento de força com pesos livres.

Os estudos não mostraram diferença significativa entre grupos para a força de prensão manual (Força de prensão manual = -0,1 kgf, 95% IC = -0,43 a 0,23,  $p = 0,56$ ). Os desvios padrão médios dos valores deltas para a força de prensão manual foram de  $0,9 \pm 0,92$  kgf com as máquinas e  $1 \pm 0,2$  kgf com os pesos livres, respectivamente. Não houve heterogeneidade entre os estudos ( $\text{Chi}^2 = 0,00$ ,  $i^2 = 0\%$ ,  $p = 1,00$ ), por isso não se realizaram análises complementares de subgrupos.

**Figura 16** - Gráfico de floresta para diferença de força de preensão manual entre treinamento de força com pesos livres e treinamento de força com máquinas.



Legenda: kgf: quilograma-força; DV: desvio padrão; IC: intervalo de confiança; gl = graus de liberdade; Z = teste Z; P = probabilidade de significância;  $\text{Chi}^2$  = qui-quadrado; A = geração da sequência de randomização; B = sigilo da alocação; C = mascaramento (cegamento) de participantes e equipe; D = mascaramento (cegamento) na avaliação de desfecho; E = dados incompletos de desfechos; F = relato seletivo de desfechos; G = outras fontes de vieses.  
 Fonte: Autores (2022).

### 3.5 Discussão

O achado desta revisão sistemática e metanálise foi que não houve diferença significativa na força de preensão manual, como resultado da aplicação e comparação dos treinamentos de força com pesos livres ou máquinas em indivíduos idosos. A hipótese inicial de que o treinamento de força com pesos livres promoveria aumento significativo na força de preensão manual em comparação às máquinas não foi comprovada.

Uma pesquisa de revisão sistemática e metanálise que incluiu indivíduos idosos, identificou que, embora o tamanho do efeito tenha favorecido o aumento da força de preensão manual de pré para pós treinamento de força em comparação ao grupo controle, que não praticava exercício físico, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (GRGIC *et al.*, 2020), assemelhando-se aos resultados encontrados no presente estudo.

Existe a compreensão de que o treinamento de força com pesos livres ou com máquinas são eficientes em aumentar força de preensão manual do pré para o pós treinamento (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; BRILL *et al.*, 1998; HERDA; NABAVIZADEH, 2021; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHWANBECK *et al.*, 2020; VASCONCELOS *et al.*, 2020). Entretanto, não é observada diferença significativa de força muscular quando os treinamentos são comparados (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHWANBECK *et al.*, 2020).

Esse fenômeno pode ser elucidado pelo princípio da especificidade do treinamento de força (KRAEMER *et al.*, 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; RATAMESS *et al.*, 2009) e pela hipótese de o teste de preensão manual não refletir a eficácia de um tipo específico de treinamento de força (GRGIC *et al.*, 2020).

O princípio da especificidade refere que a maior performance no teste de força dependerá dos exercícios escolhidos, da modalidade do equipamento de resistência externa escolhida e da maior transferência de movimentos dos

exercícios executados (KRAEMER *et al.*, 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; RATAMESS *et al.*, 2009).

Quando a força muscular é testada com movimentos que utilizam pesos livres, treinamentos que utilizam exercícios com pesos livres são superiores. Quando a força muscular é testada com movimentos que utilizam máquinas, treinamentos que utilizam exercícios com máquinas são mais eficientes (AERENHOUTS; D'HONDT, 2020; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2021; SCHWANBECK *et al.*, 2020).

Para o incremento da força dinâmica máxima, aconselha-se utilizar moderada a alta intensidade durante a prática de exercícios que exijam ações musculares dinâmicas semelhantes ao teste almejado (SCHOENFELD *et al.*, 2021). Em contrapartida, a força de preensão manual é um teste que utiliza ações musculares isométricas, sem especificidade de movimento para movimentos dinâmicos.

A ausência de diferença significativa nos testes de força de preensão manual pode ser explicada porque testes não específicos aos exercícios realizados no treinamento, embora sofram incremento do pré para o pós treinamento de força (GRGIC *et al.*, 2020), mostraram ganhos similares quando compararam-se pesos livres e máquinas em idosos, sem diferença significativa entre eles (JOHNEN; SCHOTT, 2018).

Outro fator que deve ser considerado em relação ao princípio da especificidade, é a seleção e a ordem dos exercícios utilizados nos treinamentos. Um estudo da metanálise não especificou os exercícios utilizados com os pesos livres (JOHNEN; SCHOTT, 2018) e ambos os estudos não descreveram a ordem dos exercícios nas sessões de treinamento.

A seleção e a ordem dos exercícios também interferem nos resultados do treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Essas variáveis podem influenciar na hipertrofia de diferentes regiões de um mesmo músculo e na força muscular (SPINETI *et al.*, 2010; ZABALETA-KORTA *et al.*, 2021). Um dos estudos

analisados utilizou os exercícios básicos com pesos livres *bench press* e *squat* (SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019). Outro exercício básico com pesos livres que compõem os *three main lifts*, mas que não foi utilizado, e que talvez poderia gerar maior incremento da força de preensão manual, seria o *deadlift* e suas variações.

O *deadlift* e suas variações são exercícios multiarticulares básicos, funcionais e muito comuns na seleção dos exercícios nos treinamentos de força (BIRD; BARRINGTON-HIGGS, 2010). Além disso, substancial contração isométrica dos músculos do antebraço é demandada para segurar o peso durante a execução desses exercícios (PRATT *et al.*, 2020). Quando a prescrição do treinamento de força é elaborada, orienta-se utilizar exercícios com alta transferibilidade de movimento para o teste ou o objetivo principal e, preferencialmente, no início da sessão (LIU *et al.*, 2014; SPINETI *et al.*, 2010), uma vez que os maiores aumentos de força são previstos para os grupos musculares que foram abordados no programa de treinamento (GRGIC *et al.*, 2020). Portanto, caso o objetivo principal fosse avaliar prioritariamente a força de preensão manual, a ordem dos exercícios nas sessões de treinos e a escolha por exercícios mais específicos deveriam ser consideradas.

Outro tópico a ser observado é que, embora o teste de força de preensão manual possa fornecer informações preditivas para a capacidade física e mortalidade precoce em idosos (GARCÍA-HERMOSO *et al.*, 2018; METTER *et al.*, 2002; NEWMAN *et al.*, 2006; RANTANEN *et al.*, 1999; RIJK *et al.*, 2016), o uso desse teste, quando avaliado isoladamente, pode prover informações limitadas sobre a eficácia de um determinado programa de treinamento de força em comparação a outro (GRGIC *et al.*, 2020).

Em relação a prescrição de pesos livres ou máquinas dentro de um programa de treinamento de força, estudos concluem que, se o objetivo for o aumento de performance em atividades físicas diárias e testes cognitivos em idosos, os exercícios com pesos livres parecem ser mais eficientes (ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020; SCHOTT; JOHNEN; HOLFELDER, 2019). O treinamento com pesos livres já mostrou ser mais eficiente em comparação ao

treinamento com máquinas para a força de membros inferiores e tríceps (SCHOTT; JOHNNEN; HOLFELDER, 2019), músculos importantes nas atividades físicas diárias, e para o aumento do desempenho cognitivo em idosos (ECKARDT; BRAUN; KIBELE, 2020).

Também há um posicionamento na literatura que sugere utilizar máquinas para idosos fragilizados e com limitações funcionais e pesos livres para idosos fisicamente saudáveis (FRAGALA *et al.*, 2019). Entretanto, pesos livres e máquinas não deveriam ser interpretados como equipamentos antagônicos, mas complementares. Ambos são comumente prescritos em uma mesma sessão de treino e mostram-se eficientes em aumentar a força muscular. A escolha pelas modalidades de equipamentos dependerá da decisão do treinador, que deverá considerar o objetivo do treinamento, o contexto, a individualidade e, principalmente, a melhor adesão do praticante.

#### *Limitações do presente estudo e sugestões para pesquisas futuras*

Os estudos incluídos nesta revisão sistemática e metanálise apresentam baixo número amostral. Além disso, a maior limitação dessa pesquisa é a lacuna de estudos científicos sobre treinamentos de força para idosos que compararam pesos livres ou máquinas para diferentes desfechos. Essas limitações impossibilitam conclusões definitivas e a generalização do resultado da metanálise para uma população maior, evidenciando a falta de pesquisas com esse tema. Portanto, sugere-se a realização de novos estudos de ensaios clínicos controlados e randomizados, que comparem pesos livres e máquinas em indivíduos idosos, para a força de preensão manual e demais desfechos relacionados a saúde dos idosos.

### **3.6 Conclusão**

Embora os treinamentos de força para idosos com pesos livres ou máquinas sejam eficientes para o aumento no teste de força de preensão manual, após um período de treinamento de força, não foi comprovada diferença significativa nesta variável entre eles.



### 3.7 Referências

AERENHOUTS, D.; D'HONDT, E. Using machines or free weights for resistance training in novice males? A randomized parallel trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 1–13, 1 nov. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17217848

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

ANDERSON, K.; BEHM, D. G. **Trunk muscle activity increases with unstable squat movements**. Canadian Journal of Applied Physiology, v. 30, n. 1, p. 33-45, feb. 2005. DOI: 10.1139/h05-103

BIRD, S.; BARRINGTON-HIGGS, B. Exploring the deadlift. **Strength and Conditioning Journal**, v. 32, n. 2, p. 46–51, apr. 2010. DOI: 10.1519/SSC.0b013e3181d59582

BRILL, P. A.; PROBST, D. L.; SCHELL, G. B.; MACERA, C. A. **Clinical feasibility of a free-weight strength-training program for older adults**. The Journal of The American Board of Family Practice, v. 11, n. 6, p. 445-451, dec. 1998. DOI: 10.3122/jabfm.11.6.445

DELMONICO, M. J.; HARRIS, T. B.; VISSER, M.; PARK, S. W.; CONROY, M. B.; VELASQUEZ-MIEYER, P.; BOUDREAU, R.; MANINI, T. M.; NEVITT, M.; NEWMAN, A. B.; GOODPASTER, B. H. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 6, p. 1579–1585, dec. 2009. DOI: 10.3945/ajcn.2009.28047

ECKARDT, N.; BRAUN, C.; KIBELE, A. Instability resistance training improves working memory, processing speed and response inhibition in healthy older adults: a double-blinded randomised controlled trial. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-12, dec. 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-59105-0.

FRAGALA, M. S.; CADORE, E. L.; DORGO, S.; IZQUIERDO, M.; KRAEMER, W. J.; PETERSON, M. D.; RYAN, E. D. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, aug. 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003230.

GARCÍA-HERMOSO, A.; CAVERO-REDONDO, I.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R.; RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; LEE, D.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 10, p. 2100-2113, oct. 2018. DOI: 10.1016/j.apmr.2018.01.008.

GRGIC, J.; GAROFOLINI, A.; ORAZEM, J.; SABOL, F.; SCHOENFELD, B. J.; PEDISIC, Z. Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Sports Medicine**, v. 50, n. 11, p. 1983-1999, nov. 2020. DOI: 10.1007/s40279-020-01331-7

GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 61, n. 10, p. 1059-1064, oct. 2006. DOI: 10.1093/gerona/61.10.1059

HAFF, G. G. Roundtable discussion: machines versus free weights. **Strength and Conditioning Journal**, v. 22, n. 6, p. 18-30, dec. 2000. DOI:10.1519/00126548-200012000-00004

HERDA, A. A.; NABAVIZADEH, O. Short-term resistance training in older adults improves muscle quality: a randomized control trial. **Experimental Gerontology**, v. 145, n.1, mar. 2021. DOI: 10.1016/j.exger.2020.111195

HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; LI, T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 6.2 (updated February 2021)**. Cochrane, 2021. Disponível em: [www.training.cochrane.org/handbook](http://www.training.cochrane.org/handbook) Acesso em: 25 jan. 2022.

HOEIJMAKERS, J. H. J. DNA damage, aging, and cancer. **The New England Journal of Medicine**, v. 361, n. 15, p. 1475–1485, out. 2009. DOI: 10.1056/NEJMr0804615

JOHNEN, B.; SCHOTT, N. Feasibility of a machine vs free weight strength training program and its effects on physical performance in nursing home residents: a pilot study. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 30, n. 7, p. 819–828, jul. 2018. DOI: 10.1007/s40520-017-0830-8

KRAEMER, W. J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; DUDLEY, G. A; DOOLY, C.; FEIGENBAUM, M. S.; FLECK, S. J.; FRANKLIN, B.; FRY, A. C.; HOFFMAN, J. R.; NEWTON, R. U.; POTTEIGER, J.; STONE, M. H; RATAMESS, N. A.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n.2, p. 364-380, feb. 2002. DOI: 10.1097/00005768-200202000-00027

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, apr. 2004. DOI: 10.1249/01.mss.0000121945.36635.61

LABOTT, B. K.; BUCHT, H.; MORAT, M.; MORAT, T.; DONATH, L. Effects of exercise training on handgrip strength in older adults: a meta-analytical review. **Gerontology**, v. 65, n. 6, p. 686-698, sep. 2019. DOI: 10.1159/000501203

LIU, C.; SHIROY, D. M.; JONES, L. Y.; CLARK, D. O. Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 11, n. 2, p. 95–106, out. 2014. DOI: 10.1007/s11556-014-0144-1

LÓPEZ-OTÍN, C.; BLASCO, M. A.; PARTRIDGE, L.; SERRANO, M.; KROEMER, G. The hallmarks of aging. **Cell**, v. 153, n. 6, p. 1194-1217, jun. 2013. DOI: 10.1016/j.cell.2013.05.039

MAGNUSSON THOMAS, E.; SAHLBERG, M.; SVANTESSON, U. The effect of resistance training on handgrip strength in young adults. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 16, n. 2, p. 125-131, jun. 2008. DOI: 10.3233/IES-2008-0307

MCCAW, S. T.; FRIDAY, J. J. A. Comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 8, n. 4, p. 259–264, nov. 1994. DOI:10.1519/00124278-199411000-00011

METTER, E. J.; TALBOT, L. A.; SCHRAGER, M.; CONWIT, R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 57, n. 10, p. 359-365, oct. 2002. DOI: 10.1093/gerona/57.10.b359

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, p. 1-6, jul. 2009. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097

MULLER, F. L.; LUSTGARTEN, M. S.; JANG, Y.; RICHARDSO, A.; VAN REMMEN, H. Trends in oxidative aging theories. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 43, n. 4, p. 477–503, ago. 2007. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.034

NEWMAN, A. B.; KUPELIAN, V.; VISSER, M.; SIMONSICK, E. M.; GOODPASTER, B. H.; KRITCHEVSKY, S. B.; TYLAVSKY, F. A.; RUBIN, S. M.; HARRIS, T. B. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 61, n. 1, p. 72-77, jan. 2006. DOI: 10.1093/gerona/61.1.72

OSCO, K. M.; CAMPA, F.; CORATELLA, G.; CORREA, B. D.; SILVE, B. S. A.; DOS SANTOS, V. R.; MILANEZ, V. F.; GOBOO, L. A. Resistance but not elastic tubes training improves bioimpedance vector patterns and body composition in

older women: a randomized trial. **Experimental Gerontology**, v. 154, n.1, p. 1-8, oct. 2021. DOI: 10.1016/j.exger.2021.111526

PRATT, J.; HOFFMAN, A.; GRAINGER, A.; DITROILO, M. Forearm electromyographic activity during the deadlift exercise is affected by grip type and sex. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 53, n. 1, p.1-8, aug. 2020. DOI: 10.1016/j.jelekin.2020.102428

PRIETO-GONZÁLEZ, P.; SEDLACEK, J. Comparison of the efficacy of three types of strength training: body, weight training machines and free weights. **Apunts Educación Física y Deportes**, v. 145, n. 1, p. 9–16, jul. 2021. DOI: [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.02)

RANTANEN, T.; GURALNIK, J. M.; FOLEY, D.; MASAKI, K.; LEVEILLE, S.; CURB, J. D.; WHITE, L. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. **JAMA**, v. 281, n. 6, p. 558-560, feb. 1999. DOI: 10.1001/jama.281.6.558

RATAMESS, N. A.; ALVAR, B. A.; EVETECH, T. K.; HOUSH, T. J.; KIBLER, W. B.; KRAEMER, W. J.; TRIPLETT, T. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181915670

RIJK, J. M.; ROSS, P. R.; DECKX, L.; VEM DEN AKKER, M.; BUNTINX, F. Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: a systematic review and meta-analysis. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 16, n. 1, p. 5–20, 1 jan. 2016. DOI: 10.1111/ggi.12508

SANTANA, J. C. Machines versus free weights. **Strength and Conditioning Journal**, v. 23, n. 5, p. 67-68, oct. 2001. DOI:10.1519/00126548-199912000-00018

SCHICK, E. E.; COBURN, J. W.; BROWN, L. E.; JUDELSON, D. A.; KHAMOUI, A. V.; TRAN, T. T.; URIBE, B. P. A. Comparison of muscle activation between a smith machine and free weight bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 779–784, mar. 2010. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181cc2237

SCHOENFELD, B. S.; GRGIC, J.; VAN EVERY, D. W.; PLOTKIN, D. L. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. **Sports**, v. 9., n. 32, p. 1-25, feb. 2021. DOI: 10.3390/sports9020032

SCHOTT, N.; JOHNEN, B.; HOLFELDER, B. Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults. **Experimental Gerontology**, v. 122, p. 15–24, 15 jul. 2019. DOI: 10.1016/j.exger.2019.03.012

SCHWANBECK, S. R.; CORNISH, S. M.; BARSS, T.; CHILIBECK, P. D. Effects of training with free weights versus machines on muscle mass, strength, free testosterone, and free cortisol levels. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 7, p. 1851–1859, jul. 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003349

SCHWANBECK, S.; CHILIBECK, P. D.; BINSTED, G. A comparison of free weight squat to smith machine squat using electromyography. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2588-2591, dec. 2009. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b1b181

SILVA, B. S. A.; LIRA, F. S.; FREITAS, M. C.; UZELOTO, J. S.; DOS SANTOS, V. R.; FREIRE, A. P. C. F.; BERTOLINI, G. N.; GOBBO, L. A. Traditional and elastic resistance training enhances functionality and lipid profile in the elderly. **Experimental Gerontology**, v. 135, n. 1, jul. 2020. DOI: 10.1016/j.exger.2020.110921

SPINETI, J.; SALLES, B. F.; RHEA, M. R.; LAVIGNE, D.; MATTA, T.; MIRANDA, F.; FERNANDES, L.; SIMÃO, R. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962–2969, nov. 2010. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e2e19b

TOSELLI, S.; BADICU, G.; BRAGONZONI, L.; SPIGA, F.; MAZZUCA, P.; CAMPA, F. Comparison of the effect of different resistance training frequencies on phase angle and handgrip strength in obese women: a randomized controlled trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 4, feb. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17041163

VASCONCELOS, A. B. S.; RESENDE-NETO, A. G.; NOGUEIRA, A. C.; ARAGÃO-SANTOS, J. C.; MONTEIRO, M. R. P.; MORAIS JUNIOR, G. S.; AVELAR, G. G.; CAMARGO, E. A.; NÓBREGA, O. T.; DA SILVA-GRIGOLETTO, M. E. Functional and traditional training improve muscle power and reduce proinflammatory cytokines in older women: a randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 135, n. 1, jul. 2020. DOI: 10.1016/j.exger.2020.110920

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Ageing and health**. World Health Organization. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso em: 24 jan. 2021.

ZABALETA-KORTA, A.; FERNÁNDEZ-PEÑA, E.; TORRES-UNDA, J.; GARBISU-HUALDE, A.; SANTOS-CONCEJERO, J. The role of exercise selection in regional muscle hypertrophy: a randomized controlled trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 20, p. 2298–2304, jul. 2021. DOI: 10.1080/02640414.2021.1929736

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Meu percurso com o treinamento de força começou no início de 2011. Por anos mantendo a massa corporal abaixo dos parâmetros eutróficos de saúde (IMC < 18,5), decidi ingressar em uma academia convencional para melhorar a composição corporal. O objetivo com o treinamento de força era meramente “estético”, baseado em referências externas e padrões sociais de composição corporal masculina. Durante alguns anos, segui as fichas técnicas prescritas pelos instrutores das academias convencionais. Não me questionava sobre a metodologia empregada nas fichas técnicas, apenas havia o consenso do que era prescrito pelos instrutores. As minhas únicas fontes de conhecimento sobre o tema eram os instrutores e alguns praticantes, que geralmente eram entusiastas do *bodybuilding*.

Devido ao treinamento de força ser um assunto que me despertava curiosidade, comecei a participar de fóruns *on-line* e realizar leituras sobre o tema. O primeiro livro que me auxiliou foi “Musculação em todas as idades: comece a praticar antes que o seu médico recomende” do médico fisiatra e reumatologista, Dr. José Maria Santarem. Estas fontes iniciais e outras adquiridas posteriormente serviram de subsídio para enxergar o treinamento de força além da hipertrofia muscular. Descobri também que se tratava de uma ciência utilizada para melhorar componentes físicos e gerar adaptações e mudanças fisiológicas que, conseqüentemente, auxiliam diferentes indivíduos de faixas etárias distintas.

Por meio destas fontes, conheci os princípios e variáveis do treinamento de força e os exercícios básicos: os *main lifts*. Os *main lifts* são os 3 exercícios básicos do treinamento de força: *squat* (agachamento), *bench press* (supino) e *deadlift* (levantamento terra). São exercícios multiarticulares, realizados com pesos livres, e compõem os exercícios com maior possibilidade de movimentar peso. A partir do momento que compreendi a importância da aplicação destes exercícios, o objetivo do treinamento de força não era mais baseado em uma única adaptação fisiológica (hipertrofia muscular), mas na melhora de um componente físico imensamente relevante para a saúde física: a força.

A curiosidade pelo treinamento de força começou a transitar para os treinos de outras pessoas dentro da academia convencional. Minutos da minha sessão de treino eram aplicados à observação da prescrição do treinamento nos praticantes idosos. Curiosamente, a seleção dos exercícios era prescrita com a predominância de máquinas, e eu tinha interesse em saber o porquê. Após adquirir o livro “Fundamentos do treinamento de força muscular”, de Fleck e Kraemer e pesquisar artigos científicos no PubMed, percebi que muito do que era prescrito não condizia com as evidências científicas disponíveis. Estimulado em trabalhar promovendo o treinamento de força como ferramenta de promoção à saúde, baseado em evidência científica, iniciei a graduação de Educação Física – Bacharelado.

Um passo importante em minha trajetória acadêmica foi a escrita do TCC na Educação Física, intitulado “Efeitos de um treinamento de força com exercícios competitivos do levantamento básico em uma mulher idosa”. O estudo de caso investigou a influência dos *main lifts* na melhora da composição corporal, densidade mineral óssea e componentes físicos de uma mulher idosa. Todos os resultados foram significativo-positivos. Em período concomitante à construção da pesquisa de TCC, realizei atividades extracurriculares e estágio curricular obrigatório vinculado à uma cooperativa médica de planos de saúde, cujo fundamento se baseou na prescrição de treinamento de força em grupos de idosos. As atividades e o estágio possibilitaram uma imersão no contexto prático, crescendo ainda mais o interesse pela área de promoção à saúde no envelhecimento humano. Assim, reafirmou a perspectiva de atuar profissionalmente com esse grupo, após a conclusão do curso de Educação Física.

Concluída a graduação, ingressei no Mestrado do Programa de Pós-graduação em Envelhecimento Humano – PPGEH da Universidade de Passo Fundo (UPF). Nessa época, manifestou-se a possibilidade de desenvolver a dissertação ampliando os resultados adquiridos no TCC. Era necessário ampliar as evidências científicas dos referidos resultados, para um ensaio clínico randomizado e controlado, com tamanho amostral maior. Entretanto, em 2020, a WHO declarou a pandemia de COVID-19, e imposições de medidas restritivas

foram necessárias em todos os países, visando minimizar a disseminação do vírus SARS-CoV-2. Esta situação coincidiu com o início da minha trajetória no mestrado e impossibilitou o desenvolvimento da respectiva pesquisa. Deste modo, optou-se por modificar a metodologia do estudo e desenvolver uma revisão sistemática e metanálise, adaptando o tema inicial.

Vale ressaltar que, diante dos dilemas expostos durante a pandemia pelo Sars-CoV-2, na **Produção Científica II** optou-se por escrever um capítulo de livro que pudesse discutir sobre o aumento dos comportamentos sedentários e inatividade física durante a quarentena; os benefícios da prática regular de atividade física; e recomendações e medidas mitigatórias para a prática de atividades físicas relacionadas à pandemia pelo Sars-CoV-2. O título deste capítulo foi “Atividades físicas no período de pandemia pelo Sars-CoV-2”, e foi publicado no livro “Atividade física e nutrição: contribuições para a saúde e o bem-estar” em 2021, pela editora e-Publicar.

Retomando, após concluir a dissertação, foi possível refletir sobre a escolha de pesos livres ou máquinas na prescrição do treinamento de força em indivíduos idosos. Referente à força de preensão manual, não foi observada diferença entre os treinamentos. Entretanto, observou-se que a prescrição de pesos livres e máquinas e a escolha de exercícios deverá se basear no contexto e individualidade do praticante. Se o objetivo for transferir movimentos para as atividades físicas diárias e melhorar a performance em testes cognitivos, os exercícios com pesos livres parecem demonstrar vantagens. Se o idoso for fisicamente frágil e com limitações funcionais, as máquinas parecem ser a melhor escolha.

Pesos livres e máquinas não são equipamentos antagônicos, inclusive, a utilização de ambos em uma mesma sessão é uma prática comum nos treinamentos de força. A predominância de um ou outro será determinada pelo objetivo pré-estabelecido. Entretanto, novos estudos que comparem pesos livres e máquinas em indivíduos idosos para diferentes desfechos, são necessários. Quanto maior o número de evidências científicas sobre o tema, mais eficiente será a prescrição desenvolvida pelos treinadores de força



## REFERÊNCIAS

AERENHOUTS, D.; D'HONDT, E. Using machines or free weights for resistance training in novice males? A randomized parallel trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 1–13, nov. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17217848

AMERICAN COLLEGE OF SPORS MEDICINE - ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

ANDERSON, K.; BEHM, D. G. **Trunk muscle activity increases with unstable squat movements**. Canadian Journal of Applied Physiology, v. 30, n. 1, p. 33-45, feb. 2005. DOI: 10.1139/h05-103

BRILL, P. A.; PROBST, D. L.; SCHELL, G. B.; MACERA, C. A. Clinical Feasibility of a Free-Weight Strength-Training Program for Older Adults. **The Journal of The American Board of Family Practice**, v. 11, n. 6, p. 445-451, dec. 1998. DOI: 10.3122/jabfm.11.6.445

CHARRO, M. A.; FIGUEIRA JUNIOR, A.; ALLEGRETTI JUNIOR, G. **Tratado de musculação**. São Paulo: Phorte, 2020.

COUTINHO, M. **De volta ao básico: powerlifting - treinamento funcional, esporte de alto rendimento e prática corporal para todos**. São Paulo: Phorte, 2011.

DALTON, R. **Europe's oldest axes discovered**. Nature. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/news.2009.878>. Acesso em: 8 nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/news.2009.878>

DELMONICO, M. J.; HARRIS, T. B.; VISSER, M.; PARK, S. W.; CONROY, M. B.; VELASQUEZ-MIEYER, P.; BOUDREAU, R.; MANINI, T. M.; NEVITT, M.; NEWMAN, A. B.; GOODPASTER, B. H. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 6, p. 1579–1585, dec. 2009. DOI: 10.3945/ajcn.2009.28047

ECKARDT, N.; BRAUN, C.; KIBELE, A. Instability resistance training improves working memory, processing speed and response inhibition in healthy older adults: a double-blinded randomised controlled trial. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-12, dec. 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-59105-0.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FRAGALA, M. S.; CADORE, E. L.; DORGO, S.; IZQUIERDO, M.; KRAEMER, W. J.; PETERSON, M. D.; RYAN, E. D. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, aug. 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003230.

GARCÍA-HERMOSO, A.; CAVERO-REDONDO, I.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R.; RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; LEE, D.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 10, p. 2100-2113, oct. 2018. DOI: 10.1016/j.apmr.2018.01.008.

GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 61, n. 10, p. 1059-1064, oct. 2006. DOI: 10.1093/gerona/61.10.1059

HAFF, G. G. Roundtable discussion: machines versus free weights. **Strength and Conditioning Journal**, v. 22, n. 6, p. 18-30, dec. 2000. DOI:10.1519/00126548-200012000-00004

HALL, J. E.; GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2017.

HARMAND, S.; LEWIS, J. E.; FEIBEL, C. S.; LEPRE, C. J.; PRAT, S.; LENOBLE, A.; BOËS, X.; QUINN, R. L.; BRENET, M.; ARROYO, A.; TAYLOR, N.; CLÉMENT, S.; DAVER, G.; BRUGAL, J.; LEAKEY, L.; MORTLOCK, R. A.; WRIGHT, J. D.; LOKORODI, S.; KIRWA, C. KENT, D. V.; ROCHE, H. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. **Nature**, v. 521, n. 7552, p. 310–315, may. 2015. DOI: 10.1038/nature14464

HERDA, A. A.; NABAVIZADEH, O. Short-term resistance training in older adults improves muscle quality: a randomized control trial. **Experimental Gerontology**, v. 145, n. 1, mar. 2021.

HERZOG, W.; LEONARD, T.; JOUMAA, V.; DUVALL, M.; PANCHANGAM, A. The three filament model of skeletal muscle stability and force production. **Molecular & Cellular Biomechanics**, v. 9, n. 3, p. 175-191, sep. 2012. DOI:10.3970/mcb.2012.009.175

HERZOG, W. The role of titin in eccentric muscle contraction. **The Journal of Experimental Biology**, v. 15, n. 217, p. 2825-2833, aug. 2014. DOI: 10.1242/jeb.099127

HOEIJMAKERS, J. H. J. DNA damage, aging, and cancer. **The New England Journal of Medicine**, v. 361, n. 15, p. 1475–1485, out. 2009. DOI: 10.1056/NEJMra0804615

HUXLEY, A. F.; NIEDERGERKE H. E. Structural changes in muscle during contraction; interference microscopy of living muscle fibres. **Nature**, v. 173, n. 4412, p. 971–973, may. 1954. DOI:10.1038/173971a0

HUXLEY, H.; HANSON, J. Changes in the cross-striations of muscle during contraction and stretch and their structural interpretation. **Nature**, v. 173, n. 4412, p. 973–976, may. 1954. DOI: doi:10.1038/173973a0

JOHNEN, B.; SCHOTT, N. Feasibility of a machine vs free weight strength training program and its effects on physical performance in nursing home residents: a pilot study. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 30, n. 7, p. 819–828, jul. 2018. DOI: 10.1007/s40520-017-0830-8

KRAEMER, W. J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; DUDLEY, G. A; DOOLY, C.; FEIGENBAUM, M. S.; FLECK, S. J.; FRANKLIN, B.; FRY, A. C.; HOFFMAN, J. R.; NEWTON, R. U.; POTTEIGER, J.; STONE, M. H; RATAMESS, N. A.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364-380, feb. 2002. DOI: 10.1097/00005768-200202000-00027

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; DESCHENES, M. R. **Fisiologia do exercício: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, apr. 2004. DOI: 10.1249/01.mss.0000121945.36635.61

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FLANAGAN, S. D.; SHURLEY, J. P; TODD, J. S; TODD, T. C. Understanding the science of resistance training: an evolutionary perspective. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2415–2435, dec. 2017. DOI: 10.1007/s40279-017-0779-y

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRENCH, D. N. Resistance training for health and performance. **Current Sports Medicine Reports**, v. 1, n. 3, jun. 2002. DOI: 10.1249/00149619-200206000-00007

LABOTT, B. K.; BUCHT, H.; MORAT, M.; MORAT, T.; DONATH, L. Effects of exercise training on handgrip strength in older adults: a meta-analytical review. **Gerontology**, v. 65, n. 6, p. 686-698, sep. 2019. DOI: 10.1159/000501203

LÓPEZ-OTÍN, C.; BLASCO, M. A.; PARTRIDGE, L.; SERRANO, M.; KROEMER, G. The Hallmarks of Aging. **Cell**, v. 153, n. 6, p. 1194-1217, jun. 2013. DOI: 10.1016/j.cell.2013.05.039

MAGNUSSONA, T. E.; MARGARETAB, S.; ULLAA, S. The effect of resistance training on handgrip strength in young adults. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 16, n. 2, p. 1-9, jun. 2008. DOI: 10.3233/IES-2008-0307

MARZKE, M. W.; MARZKE, R. F. **Evolution of the human hand: approaches to acquiring, analysing and interpreting the anatomical evidence.** **Journal of Anatomy**, v. 197, n. 1, p. 121-140, jul. 2000. DOI: 10.1046/j.1469-7580.2000.19710121.x

MCCAWE, S. T.; FRIDAY, J. J. A. Comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 8, n. 4, p. 259–264, nov. 1994. DOI:10.1519/00124278-199411000-00011

METTER, E. J.; TALBOT, L. A.; SCHRAGER, M.; CONWIT, R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 57, n. 10, p. 359-365, oct. 2002. DOI: 10.1093/gerona/57.10.b359

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F.; AGUR, A. M. R. **Anatomia orientada para a clínica.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

MULLER, F. L.; LUSTGARTEN, M. S.; JANG, Y.; RICHARDSON, A.; VAN REMMEN, H. Trends in oxidative aging theories. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 43, n. 4, p. 477–503, ago. 2007. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.034

NAPIER, J. R. The prehensile movements of the human hand. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 38, n. 4, p. 902–913, nov. 1956. DOI:10.1302/0301-620x.38b4.902

NEWMAN, A. B.; KUPELIAN, V.; VISSER, M.; SIMONSICK, E. M.; GOODPASTER, B. H.; KRITCHEVSKY, S. B.; TYLAVSKY, F. A.; RUBIN, S. M.; HARRIS, T. B. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 61, n. 1, p. 72-77, jan. 2006. DOI: 10.1093/gerona/61.1.72

OSCO, K. M.; CAMPA, F.; CORATELLA, G.; CORREA, B. D.; SILVE, B. S. A.; DOS SANTOS, V. R.; MILANEZ, V. F.; GOBOO, L. A. Resistance but not elastic

tubes training improves bioimpedance vector patterns and body composition in older women: A randomized trial. **Experimental Gerontology**, v. 154, n. 1, p. 1-8, oct. 2021. DOI: 10.1016/j.exger.2021.111526

PAPALIA, D. E.; FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento humano**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

PRIETO-GONZÁLEZ, P.; SEDLACEK, J. Comparison of the efficacy of three types of strength training: body, weight training machines and free weights. **Apunts Educacion Física y Deportes**, v. 145, n. 1, p. 9–16, jul. 2021. DOI: [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.02)

RANTANEN, T.; GURALNIK, J. M.; FOLEY, D.; MASAKI, K.; LEVEILLE, S.; CURB, J. D.; WHITE, L. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. **JAMA**, v. 281, n. 6, p. 558-560, feb. 1999. DOI: 10.1001/jama.281.6.558

RATAMESS, N. A.; ALVAR, B. A.; EVETECH, T. K.; HOUSH, T. J.; KIBLER, W. B.; KRAEMER, W. J.; TRIPLETT, T. **American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults**, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181915670

RIJK, J. M.; ROSS, P. R.; DECKX, L.; VEM DEN AKKER, M.; BUNTINX, F. Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: a systematic review and meta-analysis. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 16, n. 1, p. 5–20, jan. 2016. DOI: 10.1111/ggi.12508

SALLES, B. F. **Métodos de treinamento de força e hipertrofia: da teoria à prática**. Belo Horizonte: Livro na Mão, 2020.

SANTANA, J. C. Machines versus free weights. **Strength and Conditioning Journal**, v. 23, n. 5, p. 67-68, oct. 2001. DOI:10.1519/00126548-199912000-00018

SCHICK, E. E.; COBURN, J. W.; BROWN, L. E.; JUDELSON, D. A.; KHAMOUI, A. V.; TRAN, T. T.; URIBE, B. P. A comparison of muscle activation between a smith machine and free weight bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 779–784, mar. 2010. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181cc2237

SCHOTT, N.; JOHNEN, B.; HOLFELDER, B. Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults. **Experimental Gerontology**, v. 15, n. 122, p. 15–24, jul. 2019. DOI: 10.1016/j.exger.2019.03.012

SCHWANBECK, S. R.; CORNISH, S. M.; BARSS, T.; CHILIBECK, P. D. Effects of training with free weights versus machines on muscle mass, strength, free testosterone, and free cortisol levels. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 7, p. 1851–1859, jul. 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003349

SCHWANBECK, S.; CHILIBECK, P. D.; BINSTED, G. A. Comparison of free weight squat to smith machine squat using electromyography. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2588-2591, dec. 2009. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b1b181

SHARMA, G.; GOODWIN, J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. **Clinical Interventions in Aging**, v. 1, n. 3, p. 253–260, feb. 2006. DOI: 10.2147/cia.2006.1.3.253

SILVA, B. S. A.; LIRA, F. S.; FREITAS, M. C.; UZELOTO, J. S.; DOS SANTOS, V. R.; FREIRE, A. P. C. F.; BERTOLINI, G. N.; GOBBO, L. A. Traditional and elastic resistance training enhances functionality and lipid profile in the elderly. **Experimental Gerontology**, v. 135, n. 1, jul. 2020. DOI: 10.1016/j.exger.2020.110921

SINGAM, N. S. V.; FINE, C.; FLEG, J. L. Cardiac changes associated with vascular aging. **Clinical cardiology**, v. 43, n. 2, p. 92–98, feb. 2020. DOI: 10.1002/clc.23313

TOSELLI, S.; BADICU, G.; BRAGONZON, L.; SPIGA, F.; MAZZUCA, P.; CAMPA, F. Comparison of the effect of different resistance training frequencies on phase angle and handgrip strength in obese women: a randomized controlled trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 4, p. 1-10, feb. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17041163

WAHL, H. W.; EHNI, H. J. Advanced old age as a developmental dilemma: an in-depth comparison of established fourth age conceptualizations. **Journal of Aging Studies**, v. 55, n. 1, p. 1-9, dec. 2020.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, aug. 2012. DOI: 10.1249/JSR.0b013e31825dabb8

YOUNG, R. W. **Evolution of the human hand: the role of throwing and clubbing**. **Journal of Anatomy**, v. 202, n. 1, jan. 2003. DOI: 10.1046/j.1469-7580.2003.00144x

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 2008.



# UPF

UNIVERSIDADE  
DE PASSO FUNDO

UPF Campus I - BR 285, São José  
Passo Fundo - RS - CEP: 99052-900  
(54) 3316 7000 - [www.upf.br](http://www.upf.br)