



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Lorena Cristina Ribeiro da Rosa

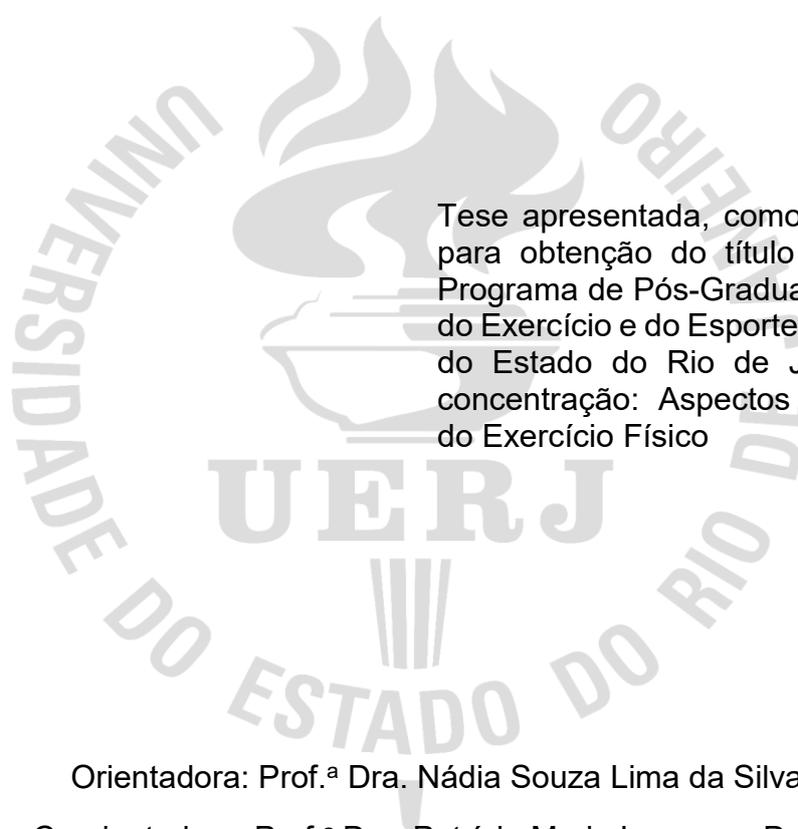
**Efeitos do treinamento resistido e da suplementação de Vitamina D
na força muscular, composição corporal e estado inflamatório de
pessoas idosas**

Rio de Janeiro

2024

Lorena Cristina Ribeiro da Rosa

Efeitos do treinamento resistido e da suplementação de Vitamina D na força muscular, composição corporal e estado inflamatório de pessoas idosas



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico

Orientadora: Prof.^a Dra. Nádia Souza Lima da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dra. Patrícia Maria Lourenço Dutra

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

R789 Rosa, Lorena Cristina Ribeiro da.
Efeitos do treinamento resistido e da suplementação de
Vitamina D na força muscular, composição corporal e estado
inflamatório de pessoas idosas / Lorena Cristina Ribeiro da
Rosa. – 2024.
54 f : il.

Orientadora: Nádya Souza Lima da Silva
Coorientadora: Patrícia Maria Lourenço Dutra.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Treinamento resistido - Teses. 2. Vitamina D – Teses.
3. Aptidão física em idosos – Teses. 4. Envelhecimento –
Aspectos da saúde – Teses. I. Silva, Nádya Souza Lima da. II.
Dutra, Patrícia Maria Lourenço. III. Universidade do Estado do
Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e Desportos. IV.
Título.

CDU 796-053.9

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial
desta tese desde que citada a fonte.



Assinatura

17/12/2024

Data

Lorena Cristina Ribeiro da Rosa

Efeitos do treinamento resistido e da suplementação de Vitamina D na força muscular, composição corporal e estado inflamatório de pessoas idosas

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico

Aprovada em 26 de setembro de 2024.

Orientadoras:

Prof.^a Dra. Nádia Souza Lima da Silva
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Prof.^a Dra. Patrícia Maria Lourenço Dutra
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Flávia Porto Melo Ferreira
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Prof.^a Dra. Karynne Grutter Lisboa Lopes do Santos
Pós-graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental - UERJ

Prof. Dr. Mauro Lúcio Mazini Filho
Instituto Federal de Educação/MG

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, que não mediu afeto e esforços para me proporcionar a melhor educação possível. Sem isso, eu não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Nádia Lima, minha mana, que me ajudou em todo esse processo, compartilhando o seu conhecimento e dando exemplo do que é ser modelo de ética profissional.

À minha coorientadora Patrícia Dutra, que também me ajudou com seu conhecimento e cedeu gentilmente o seu laboratório para realização de alguns experimentos.

Ao LABSAU, laboratório onde foi desenvolvido esse trabalho em quase sua totalidade.

À Maria Izabel, minha companheira acadêmica e amiga incansável, que sempre me estendeu a mão quando eu precisei.

Ao GEESI, grupo de estudos que participo, por todo conhecimento e trabalho compartilhado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

Aos voluntários do projeto de extensão, que sempre se dispuseram a participar dos testes, exames e sessões de treinamento.

À minha família por todo apoio e incentivo, mesmo que geograficamente distante.

Aos meus estagiários, por todo trabalho e auxílio dedicado para que essa pesquisa acontecesse.

Aos meus amigos, que muitas vezes, na ausência da minha família, fizeram esse papel.

Ao Christian, meu companheiro, por todo amor e paciência com a minha ausência em nome dos estudos.

Porque se chamavam homens, também se chamavam sonhos e sonhos não envelhecem.

Milton Nascimento.

RESUMO

ROSA, Lorena Cristina Ribeiro da. **Efeitos do treinamento resistido e da suplementação de Vitamina D na força muscular, composição corporal e estado inflamatório de pessoas idosas**. 2024. 54 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Esta pesquisa é um ensaio clínico, randomizado e duplo cego, que teve como objetivo identificar os efeitos do treinamento contrarresistência (TC) combinado à suplementação de Vitamina D em variáveis relacionadas à composição corporal, força muscular e estado inflamatório de pessoas idosas. Ao longo de 12 semanas de intervenção, 26 indivíduos (22 mulheres; 70 ± 5 anos) foram distribuídos aleatoriamente nos grupos experimental (GE) e controle (GC), sendo o GE submetido ao TC (2x por semana; 2 séries de 7 exercícios com carga correspondente a 10 repetições máximas; 2 minutos de intervalo) e à suplementação diária de Vitamina D (2.000 UI), enquanto o GC foi submetido ao TC e placebo. Os desfechos foram: força muscular de membros inferiores (teste de sentar e levantar da cadeira) e superiores (teste de preensão manual); composição corporal pelo DEXA (massa magra, massa muscular apendicular, massa de gordura e percentual de gordura); marcadores de estado inflamatório (interleucina-6 e fator de necrose tumoral alfa). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para nenhum desfecho relacionado à composição corporal. A carga de treinamento associada aos 10 RM melhorou significativamente em 5 exercícios no GE (GE: flexão plantar = 62,6%; cadeira extensora = 54,7%; cadeira flexora = 102,2%; leg-press = 62,2%; remada sentada: 61,7% $p=0,00$), enquanto o GC apresentou aumento significativo em todos os exercícios (flexão plantar = 296,7%; cadeira extensora = 137,1%; cadeira flexora = 97,7%; leg-press = 171,3%; supino = 151,3%; remada sentada = 120,6%; puxada no pulley = 55,2%, $p=0,00$, com diferença significativa para o GE na flexão plantar (62,6% vs 296,7%; $p=0,01$) e leg-press (62,2% vs 171,3%; $p=0,01$). Somente no GC, foram observadas melhorias para os testes de sentar e levantar da cadeira (23,4%; $p=0,00$) e preensão manual (7,2%; $p=0,05$), mas sem diferenças entre os grupos. Conclui-se que a suplementação de Vitamina D, na dosagem utilizada, não foi capaz de potencializar os resultados do Treinamento contrarresistência nas variáveis relacionadas à composição corporal, força muscular e estado inflamatório de pessoas idosas.

Palavras-chave: treinamento de força; treino de força; Vitamina D3; IL-6; TNF α ; envelhecimento.

ABSTRACT

ROSA, Lorena Cristina Ribeiro da. **Effects of resistance training and Vitamin D supplementation on muscle strength, body composition and inflammatory status in older individuals**. 2024. 54 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

This research is a randomized, double-blind clinical trial, which aimed to identify the effects of counter-resistance training (CT) combined with Vitamin D supplementation on variables related to body composition, muscle strength and inflammatory status in elderly people. Over 12 weeks of intervention, 26 individuals (22 women; 70 ± 5 years) were randomly distributed into the experimental (EG) and control (CG) groups, with the EG undergoing CT (2x per week; 2 sets of 8 exercises with load corresponding to 10 maximum repetitions; 2 minutes interval) and daily Vitamin D supplementation (2,000 IU), while the CG was subjected to CT and placebo. The outcomes were: muscle strength of the lower limbs (sitting and getting up from a chair test) and upper limbs (handgrip test); body composition by DEXA (lean mass, appendicular muscle mass, fat mass and fat percentage); markers of inflammatory status (interleukin-6 and tumor necrosis factor alpha). No significant differences were found between the groups for any outcome related to body composition. The training load associated with 10 RM improved significantly in 5 exercises in the GE (GE: plantar flexion = 62.6%; chair extensor = 54.7%; chair flexor = 102.2%; leg-press = 62.2% ; seated row: 61.7% $p=0.00$), while the CG showed a significant increase in all exercises (plantar flexion = 296.7%; chair extension = 137.1%; chair flex = 97.7%; leg press = 171.3%; bench press = 120.6%; 00, with a significant difference for GE in plantar flexion (62.6% vs 296.7%; $p=0.01$) and leg press (62.2% vs 171.3%; $p=0.01$). Only in the CG, improvements were observed for the sitting and getting up from a chair tests (23.4%; $p=0.00$) and hand grip (7.2%; $p =0.05$), but without differences between the groups. It is concluded that Vitamin D supplementation, in the dosage used, was not able to enhance the resistance training results in variables related to body composition, muscle strength and inflammatory status of people. elderly.

Keywords: resistance training; strength training; Vitamin D3; IL-6; TNF α ; aging.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Fluxograma da amostra.....	23
Figura 2-	Fluxograma do experimento.....	24
Tabela 1-	Caracterização dos sujeitos.....	29
Tabela 2-	Resultados entre os grupos e o tempo.....	30
Figura 3 -	Composição corporal- massa gorda.....	31
Figura 4 -	Composição corporal - % de gordura.....	32
Figura 5 -	Composição corporal - massa muscular total.....	32
Figura 6 -	Composição corporal - massa muscular apendicular.....	33
Figura 7-	Força muscular - teste de sentar e levantar.....	33
Figura 8 -	Força muscular - teste de preensão manual.....	34
Figura 9 -	Força muscular - exercícios de membros inferiores.....	34
Figura 10 -	Força muscular - exercícios de membros superiores.....	35
Figura 11 -	Estado inflamatório - IL-6.....	35
Figura 12 -	Estado inflamatório - TNF- α	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TC	Treinamento contrarresistência
IL-6	Interleucina 6
IMC	Índice de massa corporal
TNF- α	Fator de crescimento tumoral alfa
MMA	Massa magra apendicular
RM	Repetição máxima
GE	Grupo experimental Musculação e Vitamina D
GC	Grupo controle Musculação e Placebo

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	OBJETIVOS	18
1.1	Objetivo geral	18
1.2	Objetivo específico	18
2	JUSTIFICATIVA	19
3	HIPÓTESES	20
4	MÉTODOS	21
4.1	Amostra	21
4.2	Desenho experimental	23
4.3	Instrumento de coleta de dados	24
4.3.1	<u>Medidas de força muscular</u>	24
4.3.1.1	Teste de sentar e levantar.....	25
4.3.1.2	Teste de força de preensão manual.....	25
4.4	Antropometria e composição corporal	26
4.5	Análise da vitamina D	26
4.6	Análise dos marcadores inflamatórios	26
4.7	Programa do treinamento resistido	27
4.8	Suplementação da vitamina D ou placebo	27
5	ANÁLISE DOS DADOS	28
6	RESULTADOS	29
7	DISCUSSÃO	37
	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43
	ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de ética em pesquisa	51
	ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido	52

INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano é um processo universal que ocorre de forma individualizada, de maneira progressiva, contínua e multifatorial (Dziechciaż; Filip, 2014). Biologicamente, está relacionado ao envelhecimento molecular e celular (Carmona; Michan, 2016), mas é também influenciado por questões socioeconômicas que vão refletir na expectativa de vida dos indivíduos (Escorsim, 2021). Do ponto de vista cronológico, são consideradas pessoas idosas aquelas com 65 anos ou mais em países desenvolvidos e 60 anos ou mais em países em processo de desenvolvimento (WHO, 2022), como o Brasil.

Em virtude do desenvolvimento socioeconômico da maioria dos países, essa parcela da população mundial vem crescendo exponencialmente (WHO, 2022), sendo esperado que em 2050 as pessoas acima de 65 anos representem 22% do total, o que, em termos absolutos, corresponderá a 2,1 bilhões de indivíduos (WHO, 2022). Embora esse crescimento esteja acontecendo primordialmente em países desenvolvidos, projeta-se que até 2050 dois terços das pessoas idosas viverão em países de baixo ou médio rendimento (WHO, 2022). No caso do Brasil, os dados reproduzem essa tendência, mostrando que o percentual de pessoas acima de 60 anos cresceu 57,4% no período entre 2010 e 2022, o que representa mais de 21 milhões de pessoas (IBGE, 2023).

Embora o envelhecimento populacional seja reflexo de avanços socioeconômicos, esse fenômeno ainda apresenta grandes desafios às sociedades, uma vez que o avanço da idade traz implicações biopsicossociais importantes e cada vez mais presentes (Garatachea *et al.*, 2015). Nesse contexto, deve-se diferenciar os conceitos de senescência e senilidade (Doszhanova, 2018). Enquanto a senescência abrange as alterações naturais que ocorrem ao longo do tempo em todos os seres humanos, decorrentes de processos fisiológicos que não caracterizam doenças ou causam impactos importantes na autonomia das pessoas idosas, a senilidade abarca as alterações fisiopatológicas que não ocorrem necessariamente em todos os indivíduos (Bando *et al.*, 2020).

Dentre as várias mudanças advindas do processo de envelhecimento, destacam-se as alterações na composição corporal. Com o passar dos anos é

esperada uma diminuição natural das massas magra e óssea, além de um aumento do tecido adiposo (Öztürk *et al.*, 2018), o que leva gradativamente à uma diminuição da força muscular e, conseqüentemente, da capacidade funcional (Lopez *et al.*, 2018).

De modo mais aprofundado, pode-se dizer que o pico de massa muscular ocorre entre os 20 e 30 anos de idade e que a partir daí são esperadas perdas em torno de 5% a cada década de vida até os 50 anos, quando passa a ser de 10% ou mais até os 80 anos (Esquenazi *et al.*, 2014). Essa redução é induzida por uma série de modificações que ocorrem nas fibras musculares, que são: a) perda seletiva do tipo de fibra, com redução de 30% a mais das fibras de contração rápida (tipo II) do que das fibras de contração lenta (tipo I); b) redução do diâmetro da fibra muscular devido à diminuição das proteínas contráteis e do desequilíbrio proteico; c) aumento da apoptose celular devido ao acréscimo de estímulos catabólicos; d) disfunção mitocondrial pelo aumento do estresse oxidativo; e) degeneração neuronal, ocasionando o desuso de placas motoras; f) diminuição das células satélites, que têm a função de reparo das fibras musculares diante de lesões (Lee *et al.*, 2006; Nilwik *et al.*, 2013; Da Silva, 2019).

Além disso, alterações no meio extracelular contribuem para a diminuição da massa muscular, como o aumento da gordura e do tecido conjuntivo intramuscular, diminuição da produção de substâncias anabólicas, como a testosterona de desidroepiandrosterona (DHEA), estrogênio, hormônio do crescimento (GH) e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1). Somam-se a esses fatores a presença de citocinas pró-inflamatórias, especialmente a interleucina 6 (IL-6), que podem ser estimuladas pela diminuição dos hormônios sexuais, o que também pode caracterizar a presença de meta-inflamação ou inflamação metabólica, igualmente presente no quadro de sarcopenia (Lee *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2006; Da Silva, 2019). Desse modo, a sarcopenia é considerada uma doença inflamatória, generalizada e progressiva, que afeta principalmente o músculo esquelético, sendo comumente observada na população idosa (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019).

Acompanhando as mudanças do tecido muscular, o processo de envelhecimento também promove modificações no tecido ósseo, que com o passar dos anos apresenta desequilíbrio no seu remodelamento, ocasionando a diminuição da densidade mineral óssea (DMO) (Cavedon *et al.*, 2020). Esse fenômeno, conhecido como osteopenia, decorre do envelhecimento das células ósseas e da

matriz extracelular (Wei ; Sun, 2018), podendo evoluir para o desenvolvimento da osteoporose (Belchior *et al.*, 2020).

Outro aspecto importante desse processo é o aumento do tecido adiposo, que ocorre particularmente na região central do corpo e é denominado de adiposidade visceral (Tchernof; Després, 2013). Esse acúmulo de gordura associa-se a diversas comorbidades, como a hipertensão, diabetes, dislipidemia e inflamação metabólica, além de estar relacionado a desfechos como o infarto agudo do miocárdio e o acidente vascular cerebral (Ying *et al.*, 2022). O tecido adiposo branco, que sofre aumento substancial com o envelhecimento, é um órgão endócrino dinâmico e, por esse motivo, atua na regulação da homeostase energética corporal e na sensibilidade à insulina, causando prejuízos nessas funções; outro papel de natureza endócrina desse órgão é produzir hormônios, citocinas e outras substâncias inflamatórias, que estão relacionadas à inflamação metabólica inerente à obesidade (Wang *et al.*, 2022).

Ainda em relação à composição corporal, é importante destacar a obesidade sarcopênica, que é relativamente comum em pessoas idosas. Esse quadro caracteriza-se pela presença do índice de massa corporal elevado devido ao acúmulo de tecido adiposo combinado à diminuição de massa magra apendicular, representada pela soma da massa magra de braços e pernas. Os indivíduos com diagnóstico de obesidade sarcopênica podem ser classificados em dois estágios: I. sem complicações clínicas e; II. com complicações decorrentes da composição corporal ou disfunção do músculo esquelético (Donini *et al.*, 2022). Além de alterações na composição corporal e disfunção muscular, a obesidade sarcopênica é um quadro inflamatório crônico, estimulado tanto pela sarcopenia, como pelo aumento excessivo de gordura. A obesidade sarcopênica pode ser percebida através do aumento da expressão de marcadores específicos, como os *Monocyte chemoattractant protein-1* (MCP1), leptina, fator de necrose tumoral (TNF- α) e Interleucina- 6 (IL-6) (Zamboni, 2008). Trata-se de um quadro frequentemente relacionado a comorbidades como diabetes, dislipidemia e cardiopatias (Batsis ; Villareal, 2018).

As citocinas são proteínas mediadoras capazes de conduzir resposta inflamatória aos locais de lesão, favorecendo o reparo dos tecidos danificados. Porém, inflamações sistêmicas, devido à sua magnitude, podem ocasionar instabilidade hemodinâmica e distúrbios metabólicos. Por atuarem como mediadoras de reparo, são consideradas marcadores inflamatórios, podendo expressar caráter anti-

inflamatório ou pró-inflamatório, dependendo da característica de cada uma delas. Assim, o TNF- α possui caráter pró-inflamatório, enquanto a IL-6 tem característica híbrida, podendo ser expressa tanto como pró ou anti-inflamatória, dependendo da situação que se apresenta (Teixeira *et al.*, 2013).

Quando produzidas pelo tecido muscular, as citocinas são denominadas miocinas (Bian *et al.*, 2017), exercendo efeitos mediadores inflamatórios também em outros órgãos. As miocinas de expressão mais notória são a IL-6 e TNF- α . Contudo, a IL-6 pode apresentar-se como pró-inflamatória quando seu aumento vem acompanhado do aumento do TNF- α , em caso de disfunção muscular, ou anti-inflamatória, quando liberada pela prática do exercício físico. Nesse caso, é dita como exercina e consegue inibir a expressão de outros marcadores inflamatórios, inclusive o próprio TNF- α (Severisen; Pedersen, 2020; Nishikawa *et al.*, 2021).

Outra condição importante do envelhecimento humano é a perda da capacidade de sintetizar ou mesmo absorver alguns compostos importantes para a manutenção da saúde. Um exemplo dessa condição é a Vitamina D, que sofre diminuição em sua capacidade de absorção devido ao afinamento da derme e epiderme, onde se encontra o 7-deidrocolesterol (7-DHC), substância precursora para sua síntese (De Castro, 2011). Por isso, recomenda-se a suplementação Colecalciferol (D3) para os idosos, caso seu nível não se encontre entre 30 e 60 ng/mL de 25 hidroxivitamina D 25(OH)D (SBEM, 2017). O tecido muscular apresenta receptores compatíveis à D3 e a deficiência desse composto pode ocasionar fraqueza muscular e até mesmo miopatia, devido ao estresse oxidativo gerado no meio intracelular, impactando a função mitocondrial e, por conseguinte, o consumo de oxigênio (Maeda *et al.*, 2014; Dizik; Kaczor, 2019).

Quando influenciada pela senilidade, todas essas alterações podem avançar para o desenvolvimento da sarcopenia, uma das variáveis utilizadas para definição da síndrome de fragilidade (De Oliveira, 2021). Altamente prevalente em idosos, esse quadro impõe maior risco de quedas, fraturas, incapacidade, dependência, hospitalização recorrente e mortalidade, representando maior vulnerabilidade fisiológica, resultado da degradação da homeostase e da capacidade do organismo de se adaptar às situações estressantes (Freitas *et al.*, 2020).

A diminuição grave da massa magra apendicular está relacionada à perda da força e ao declínio funcional da pessoa idosa, que estão intimamente associados com a diminuição da autonomia e capacidade de execução das atividades de vida diária (AVDs) (Ribeiro; Neri, 2012). A força dos membros inferiores é importante para o controle do equilíbrio, postura e velocidade da marcha, enquanto a diminuição da força de preensão manual está ligada à baixa mobilidade e saúde em geral (Lino *et al.*, 2016; Singh *et al.*, 2019). Esse fenômeno também pode aumentar o risco de mortalidade em pessoas idosas, representando um risco maior em 63% nas mulheres e 11% em homens (FAPESP, 2019).

Diante da gravidade do quadro apresentado para a saúde e qualidade de vida dos idosos, esforços têm sido empreendidos para a compreensão de mecanismos que favoreçam a prevenção ou tratamento da sarcopenia e diminuição da força muscular. Dentre as diferentes possibilidades, a prática regular de exercícios físicos vem sendo indicada na tentativa de atenuar as transformações na força muscular e composição corporal (Trouwborst *et al.*, 2018).

Pessoas idosas fisicamente ativas apresentam o IMC normalmente mais baixo, no nível eutrófico ou apenas no de sobrepeso, que estão em torno de 18,5 até 24,4 kg/m² e 25 a 29,9 kg/m², respectivamente (ABESO, 2019). Ocorrem, igualmente, menos alterações no tecido adiposo, bem como poucas modificações na massa livre de gordura, o que aponta para a preservação desse tecido naqueles indivíduos que praticam exercícios físicos ao longo do processo do envelhecimento (Leslie *et al.*, 2023). Esses benefícios podem estar associados ao aumento do gasto energético promovido pela prática do exercício físico ou mesmo pelo aumento da taxa metabólica basal, talvez em virtude da preservação da massa magra apendicular e diminuição do tecido adiposo (Antunes *et al.*, 2005). Desse modo, a prática regular de exercícios físicos não só proporciona menor impacto do processo de envelhecimento sobre a composição corporal, mas também na força muscular (Vikberg *et al.*, 2019).

O treinamento resistido parece ser capaz de proporcionar benefícios à saúde da pessoa idosa, havendo evidências de que se relaciona a uma menor prevalência e mortalidade associada a doenças como a hipertensão, alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, depressão ou ansiedade (Fyfe *et al.*, 2022). De modo similar ao que ocorre em indivíduos mais jovens, o treinamento de força nos mais velhos é capaz de gerar hipertrofia, com o acréscimo de cerca de 10% a 30% da

massa magra total, através do aumento na área de secção transversa da fibra muscular e da síntese de novos miofilamentos (Frontera, 1997). Esse processo está relacionado à remodelação proteica positiva e, principalmente, à ativação de células satélites que são capazes de fazer o reparo muscular (Hunter *et al.*, 2004).

Ainda referente à composição corporal, é observada a redução do tecido adiposo em idosos praticantes de treinamento resistido comparados a pessoas fisicamente inativas, mesmo sem restrição alimentar (Cizková *et al.*, 2020). No entanto, através de tomografia computadorizada, observou-se que essa redução é significativamente maior na gordura visceral vs. subcutânea (Hurley; Roth, 2000). O mecanismo desse fenômeno ainda não está muito bem elucidado, podendo ser atribuído ao aumento do metabolismo basal pelo ganho de massa magra ou mesmo pela diminuição do quadro inflamatório, também ocasionado pela hipertrofia muscular (Slentz *et al.*, 2009).

O TC também atua na meta-inflamação, que pode ser ocasionada por alterações na composição corporal, como nos quadros de sarcopenia, obesidade e obesidade sarcopênica (Kim *et al.*, 2022). Esse efeito ocorre devido às adaptações fisiológicas ao exercício físico, pela diminuição do tecido adiposo e da expressão de marcadores inflamatórios nesse local (Hamed, 2022). Em relação ao tecido muscular, as adaptações acontecem devido ao aumento da biogênese mitocondrial e renovação de organelas danificadas, diminuindo a expressão de citocinas pró-inflamatórias (Kunz; Lanza, 2023).

As modificações anteriormente citadas, proporcionadas pelo treinamento resistido, culminam na promoção da força muscular. Pessoas idosas praticantes dessa modalidade podem se favorecer do aumento na ordem de 21% até 97% da sua condição de força muscular, após uma intervenção de 10 a 52 semanas (Pardo *et al.*, 2019). Consequentemente, os benefícios da prática regular do treinamento resistido extrapolam o aumento da força, havendo impactos positivos sobre a autonomia funcional de maneira geral (Myong-Won *et al.*, 2021).

Além do TC, a suplementação de Vitamina D também pode ser apontada como uma boa estratégia para aumentar a força muscular, pois esse composto pode ser encontrado *in situ* no tecido muscular (Bollen *et al.*, 2022). Especificamente, a Vitamina D é encontrada no fruto da diferenciação das células satélites, chamados de

miotubos, que por sua vez se fundem formando as fibras musculares funcionais, que tem a função de reparo muscular (Bischoff *et al.*, 2001; Ceglia, 2010). A adição de Vitamina D aos miotubos na sua forma ativa (1,25 dihidroxivitamina D3) aumenta a síntese de filamentos contráteis de miosina através da inibição da miostatina, responsável pela apoptose dessas células (Agergaard *et al.*, 2015). Sendo assim, seria plausível levantar a hipótese de que o treinamento resistido associado à suplementação da vitamina D teria seus efeitos potencializados. No entanto, uma meta-análise referente a estudos que combinaram essas duas intervenções em pessoas idosas apresentou resultados controversos, mostrando a eficácia consolidada dessa suplementação apenas em idosos com hipovitaminose (Antoniak; Greig, 2017).

Assim sendo, a presente Tese de Doutorado teve por objetivo verificar os efeitos do treinamento resistido combinado à suplementação de Vitamina D em pessoas idosas (> 60 anos de idade), mais especificamente, sobre a composição corporal, força muscular e estado inflamatório.

REFERÊNCIAS

ABESO. **Diretrizes brasileiras de obesidade**. 4. ed. São Paulo: [s.n.], 2019.

AGERGAAR, J. Does vitamin D intake during resistance training improve the skeletal muscle hypertrophic and strength response in young and elderly men? - a randomized controlled trial. **Nutr Metab.**, London, v. 12, n. 32, p. 2-14, Sep. 2015.

ANTONIAK, E.A; GREIG, C.A The effect of combined resistance exercise training and vitamin D₃ supplementation on musculoskeletal health and function in older adults: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open.**, v. 7, n. 7, p. 1-16, Jul. 2017.

ANTUNES, H.K.M., *et al.* Análise de taxa metabólica basal e composição corporal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 1, p. 71-5, fev. 2005.

ASCHAUER, R. *et al.* Effects of Vitamin D3 supplementation and resistance training on 25-Hydroxyvitamin D status and functional performance of older adults: a randomized placebo-controlled trial. **Nutrients**, v. 14, n. 1, p. 2-14, Dec. 2021.

BAECHLE, T.R; EARLE, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**: national strength & conditioning association. Champaign: Human Kinetics, 2000.

BANDO, M. *et al.* Changes and variations in death due to senility in Japan. **Healthcare (Basel)**, v. 4, n. 30, p. 443-50, Oct. 2020.

BATSI, J. A; VILLAREAL, D.T. Sarcopenic obesity in older adults: etiology, epidemiology and treatment strategies. **Nat Rev Endocrinol.**, v. 14, n. 9, p. 513-37, Sep. 2018.

BELCHIOR, G. F. Osteosarcopenia: beyond age-related muscle and bone loss. **Eur Geriatr Med.**, v. 11, n. 5, p. 715-24, Oct. 2020.

BELL, K.E. *et al.* A whey protein-based multi-ingredient nutritional supplement stimulates gains in lean body mass and strength in healthy older men: a randomized controlled trial. **PLoSone.**, v. 12, n. 7, p. 1-18, Jul. 2017.

BIAN, A.L. *et al.* A study on relationship between elderly sarcopenia and inflammatory factors IL-6 and TNF- α . **Eur J Med Res.**, v. 22, n. 25, p. 84-91, Jul. 2017.

BISCHOFF, H.A. Detecção in situ do receptor de 1,25-dihidroxitamina D₃ no tecido muscular esquelético humano. **Histoquímica J.**, v. 33, n. 1, p. 19–24, jan. 2001.

BOLLEN, E.S. The Vitamin D/Vitamin D receptor (VDR) axis in muscle atrophy and sarcopenia. **Cell Signal**, v. 96, n. 1, p. 1-8, maio 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, que trata de pesquisas em seres humanos e atualiza a resolução 196.** Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/>. Acesso em: 12 dez. 2018.

CARMONA, J.J; MICHAN, S. Biology of healthy aging and longevity. **Rev Invest Clin.**, v. 68, n.1, p. 1-6, Feb. 2016.

CAVEDON, V. *et al.* Bone and skeletal muscle changes in oldest-old women: the role of physical inactivity. **Aging Clin Exp Res.**, v. 32, n. 2, p. 207-214, Feb. 2020.

CEGLIA, L. *et al.* A Randomized Study on the Effect of Vitamin D₃ Supplementation on Skeletal Muscle Morphology and Vitamin D Receptor Concentration in Older Women. **J Clin Endocrinol Metab.**, v. 98, n.12, p. 1927-35, Oct. 2013.

CEGLIA, L. *et al.* A Randomized Study on the Effect of Vitamin D₃ Supplementation on Skeletal Muscle Morphology and Vitamin D Receptor Concentration in Older Women. **J Clin Endocrinol Metab.**, v. 98, n.12, p. 1927-35, Oct. 2013.

CHEN, Y. *et al.* Muscle-Related Effect of Whey Protein and Vitamin D₃ Supplementation Provided before or after Bedtime in Males Undergoing Resistance Training. **Nutrients.**, v.14, n. 11, p. 1-18, Jun. 22.

CIZKOVÁ, T. Exercise Training Reduces Inflammation of Adipose Tissue in the Elderly: Cross-Sectional and Randomized Interventional Trial. **J Clin Endocrinol Metab.**, v. 105, n. 12, p. 44510-26, Dec. 2020.

COUTINHO, E. S. F; CUNHA G. M. Conceitos básicos de epidemiologia e estatística para a leitura de ensaios clínicos controlados. **Rev Bras Psiquiatr.**, v. 27, n. 2, p.146-51, jun. 2005.

CRUZ-JENTOLFT, J.A *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age- ageing**, v. 39, n. 4, p. 412-23, Jul. 2010.

CRUZ-JENTOLFT, J.A. *et al* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age-ageing.**, v. 48, n. 1, p. 16-31, Jan. 2019.

CRUZ-JENTOLFT, J.A. *et al* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age- ageing.**, v. 48, n. 1, p. 16-31, Jan. 2019.

DA SILVA, Laura Gonçalves. **A fisiopatologia da sarcopenia e a sua associação com o envelhecimento**. 2019. Dissertação (Mestrado em Medicina Integrada) - Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2019.

DE CASTRO, L.C.G. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, v. 55, n. 9, p. 556-75, nov. 2011.

DEAK, A.D, *et al.* **CONSORT** – checklist para relatar ensaios clínicos. Estudantes para Melhores Evidências. Cochrane. Disponível em: www.cochrane.org/consort-checklist-para-relatar-um-ensaio-clinico/. Acesso em: 23 out. 2024.

DIZIK, P.K.; KACZOR, J.J. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. **Eur J Appl Physiol.**, v. 119, n.4, p. 825-39, Apr. 2019.

DONINI, L.M. *et al.* Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. **Obes Facts.**, v. 15, n.3, p.321-35, Feb. 2022.

DOSZHANOVA, G. *et al.* Aging Biomarkers for Evaluating the Lifestyle Quality of Elderly and Senile People. **Iran J Public Health.**, v. 47, n. 5, p. 757-758, May 2018.

DZIECHCIAŻ, M; FILIP, R. Biological Psychological and Social Determinants of old age: bio-psycho-social aspects of human aging. **Ann Agric Environ Med.**, v. 21, n. 4, p. 835-838, Jan. 2014.

ENGLUND, D.A. *et al.* Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE2 study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.**, v. 73, n.1, p. 95-101, Jan. 2018.

ERDFELDER, E, FAUL, F,; BUCHNER, A. GPOWER: A general power analysis program. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 28, n. 1, p. 1-11, Jan. 1996.

ESCORSIM, S.M. O envelhecimento no Brasil: aspectos sociais, políticos e demográficos em análise. **Ser Soc Soc.**, v. 5, n. 142, p. 427-46, dez. 2021.

ESQUENAZI, D. *et al.* Pathophysiological aspects of human aging and falls in the elderly. **Revista HUPE.**, v. 13, n. 2, p. 11-20, jan. 2014.

European Work Group of Sarcopenia in Older People. Sarcopenia diagnostic criteria update by EWGSOP: what has been changed? **European Geriatric Medicine.**, v. 1, n. 9, p. 733-34, Nov. 2018.

FAPESP. **Pouca massa muscular em braços e pernas pode indicar aumento de risco de morte em idosos**. Disponível em:

<https://agencia.fapesp.br/pouca-massa-muscular-em-bracos-e-pernas-pode-indicar-risco-de-morrer-em-idosos/30899>. Acesso em: 23 dez. 2023.

FREITAS, F.F.Q. *et al.* Fragilidade em idosos na atenção primária à saúde: uma abordagem a partir do geoprocessamento. **Ciênc Saúde Coletiva.**, v. 25, n. 11, p. 4439-49, nov. 2020.

FRONTERA, W.R. A importância do treinamento de força na terceira idade. **Rev Bras Med Esporte**, v. 3, n. 3, p. 75-79, set. 1997.

FYFE, J.J *et al.* Minimal-dose resistance training for improving muscle mass, strength, and function: a narrative review of current evidence and practical considerations. **Sports Med.**, v. 52, n. 3, p. 463-79, Mar. 2022.

GARATACHEA, N. *et al.* Exercise attenuates the major hallmarks of aging. **Rejuvenation Res.**, v. 18, n. 1, p. 57-89, Dec. 2015

GORDON, C.; CHUNLEA, W. C.; ROCHE, A. F. **Stature, recumbent length, and weight.** Champaign: Human Kinetics, 1988.

GROSICKY, G.J. Circulating interleukin-6 is associated with skeletal muscle strength, quality, and functional adaptation with exercise training in mobility-limited older adults. **J Frailty Aging.**, v.6, n.1, p.57-63, Sep. 2020.

HAMED, A.P. Exercise therapy for people with sarcopenic obesity: myokines and adipokines as effective actors. **Front Endocrinol (Lausanne).**, v.13, n.17, p. 1-20, Feb. 2022.

HUNTER, G.R. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med.**, v.34, n.5, p. 329-48, Mar. 2004.

HURLEY, B.F; ROTH, S.M. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Med.**, v. 30, n.4, p. 249-68, Oct. 2000.

IBGE. **Agência IBGE notícias, Censo 2022.** Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>. Acesso em: 22 dez. 2023.

JONES, C. J. *et al.* A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. **Res Q Exerc Sport.**, v. 7, n. 2, p. 113–19, Oct.1999.

KIM, S.W. *et al.* Effects of twenty-four weeks of resistance exercise training on body composition, bone mineral density, functional fitness and isokinetic muscle strength in obese older women: a randomized controlled trial. **Int J Environ Res Public Health.**, v. 19, n. 21, p. 2454-66, Nov. 2022.

KUNZ, H.E; LANZA, I.R. Age-associated inflammation and implications for skeletal muscle responses to exercise. **Exp Gerontol.**, v. 177, n. 15, p. 9-12, Jun. 2023.

LEE, W.S, *et al.* Age-associated decrease of type IIA/B human skeletal muscle fibers. **Clin Orthop Relat Ver.**, v. 450, n. 1, p. 231-237, Sep. 2006.

LESLIE, E. *et al.* Older adult aerobic capacity, muscular strength, fitness and body composition after 20+ years of exercise training: a systematic review and meta-analysis. **Int J Exerc Sci.**, v. 16, n. 3, p. 620-37, May 2023.

LINO, V.T.S. *et al.* Handgrip and factors associated in poor elderly assisted at a primary care unit in Rio de Janeiro. **PLoS One.**, v. 10, n. 11, p.e0166373. eCollection, Nov. 2016

LIPS, P. Vitamin D physiology: progress in biophysics and molecular biology. **Science Direct.**, v. 92, n.1, p.4-8, Sep. 2006.

LIU, H. *et al.* Inflammation, mesenchymal stem cells and bone regeneration. **Histochem Cell Biol.**, v. 149, n. 4, p. 393-404, Apr. 2018.

LOPEZ, P. *et al.* Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. **Aging Clin Exp Res.**, v. 30, n. 8, p. 889-99, Aug. 2018.

MAEDA, S.S., *et al.* Recomendações da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) para o diagnóstico e tratamento da hipovitaminose D. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, v. 58, n. 5, p. 411-33, jan. 2014.

MARTIN, A. D, *et al.* Segment lengths. *In*: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (ed.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 9-26.

MCLINTOSH, B.L. Role of calcium sensitivity modulation in skeletal muscle performance. **News Physiol Sci.**, v. 1, n.18, p. 222-225, Dec. 2003.

MILLER, E.G. *et al.* Effects of whey protein plus vitamin D supplementation combined with progressive resistance training on glycemic control, body composition, muscle function and cardiometabolic risk factors in middle-aged and older overweight/obese adults with type 2 diabetes: A24-week randomized controlled trial. **Diabetes Obes Metab.**, v. 23, n. 4, p. 938-49, Apr. 2021.

MIOT, H. A. Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais. **J Vasc Bras.**, v. 10, n. 4, p. 25-78, dez. 2011.

MYONG-WON, S. Effects of 16 weeks of resistance training on muscle quality and muscle growth factors in older adult women with sarcopenia: a randomized controlled trial. **Int J Environ Res Public Health.**, v. 18, n. 13, p. 6762-75, Jun. 2021.

NILWIK, R, *et al.* The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. **Exp Gerontol.**, v. 48, n. 5, p. 492-498, May 2013.

NISHIKAWA, H. *et al.* Pathophysiology and mechanisms of primary sarcopenia (Review). **Int J Mol Med.**, v. 48, n. 2, p. 158- 66, Aug. 2021.

OLIVEIRA, P.R.C. *et al.* Fatores associados à fragilidade em idosos na atenção primária à saúde. **Esc Anna Nery.**, v. 25, n. 4, p. 1-10, fev. 2021.

ÖTZTÜRK, Z.A. *et al.* Health-related quality of life and fall risk associated with age-related body composition changes; sarcopenia, obesity and sarcopenic obesity. **Intern Med J.**, v. 48, n. 8, p. 973-81, Aug. 2018.

PARDO, P.J.M. *et al.* Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: a randomized controlled trial. **Sci Rep.**, v. 9, n. 1, p.1-12, May 2019.

PFEIFER, M. *et al.* Vitamin D and muscle function. **Osteoporos Int.**, v. 13, n. 3, p. 187-94, Mar. 2002.

PLETSITYĬ, K.D. Active metabolites of vitamin D as regulators of proliferation and differentiation of monocyte-macrophage cells (review). **Vopr Med Khim.**, v. 36, n. 5, p. 2-4, Sep. 1999.

POHRT, A. *et al.* Differentiating sex and gender among older men and women. **Psychosom Med.**, v. 84, n. 3, p. 339-46, Apr. 2022.

POJEDNIC, R.M. *et al.* Vitamin D receptor protein is associated with interleukin-6 in human skeletal muscle. **Endocrine**, v. 49, n. 2, p. 512-20, Jun. 2015.

RIBEIRO, L.H.M; NERI, A.L. Physical exercise, muscle strength and the day-to-day activities of elderly women. **Ciênc Saúde Coletiva.**, v. 17, n. 8, p. 2169-2179, Ago. 2012.

SEVERISEN, M.C.K.; PEDERSEN, B.K. Muscle-Organ crosstalk: the emerging roles of myokines. **Endocr Ver.**, v. 41, n. 4, p. 594-609, Aug. 2020.

SILVA NETO, L. S. *et al.* Associação entre sarcopenia, obesidade sarcopênica e força muscular com variáveis relacionadas de qualidade de vida em idosos. **Braz. J Phys Ther.**, v. 16, n. 5, p. 360-367, out. 2012.

SILVA, T.A.A. *et al.* Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Rev Bras Reumatol.**, v. 46, n. 6, p. 391-397, Aug. 2006.

SINGH, D. K.A. *et al* Diabetes, arthritis, urinary incontinence, poor self-rated health, higher body mass index and lower handgrip strength are associated with falls among community-dwelling middle-aged and older adults: Pooled analyses from two cross-sectional Malaysian datasets. **Geriatr Gerontol Int.**, v. 19, n. 8, p. 798-803, Aug. 2019.

SLENTZ, S.A. Exercise, abdominal obesity, skeletal muscle, and metabolic risk: evidence for a dose response. **Obesity (Silver Spring)**, v. 30, n. 3, p. 27-33, Dec. 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLISMO. **Vitamina D, novos valores de referência 2017**. Disponível em: <https://www.endocrino.org.br/vitamina-d-novos-valores-de-referencia>. Acesso em: 22 dez. 2023.

TCHERNOF, A.; DESPRÉS J. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. **Physiol Rev.**, v. 93, n. 1, p. 359-404, Jan. 2013.

TEIXEIRA, B. C, *et al*. Inflammatory markers, endothelial function and cardiovascular risk. **Vasc. Bras.**, v. 13, n. 2, p. 108-115, Jun. 2013.

TROUWBORST, I. *et al*. Exercise and nutrition strategies to counteract sarcopenic obesity. **Nutrients.**, v. 10, n. 5, p. 605-13, May 2018.

UUSI-RASI, K.; *et al*. Study protocol for prevention of falls: A randomized controlled trial of effects of vitamin D and exercise on falls prevention. **BMC Geriatr.**, v. 16, n. 12, p. 12-26, Mar. 2012.

VIKBERG, S. *et al*. Effects of resistance training on functional strength and muscle mass in 70-year-old individuals with pre-sarcopenia: a randomized controlled trial. **J Am Med Dir Assoc.**, v. 20, n. 1, p. 28-34, Jan. 2019.

VIKBERG, S. *et al*. Effects of resistance training on functional strength and muscle mass in 70-year-old individuals with pre-sarcopenia: a randomized controlled trial. **J Am Med Dir Assoc.**, v. 20, n. 1, p. 28-34, Jan. 2019.

VOGELE, D. *et al*. Sarcopenia - definition, radiological diagnosis, clinical significance. **Rofo.**, v. 195, n. 5, p. 393-405, May 2023.

WANG, G. *et al*. Adipose tissue plasticity in aging. **Compr Physiol.**, v. 12, n. 4, p. 4119-32, Oct. 2022.

WEI, Y; SUN, Y. Aging of the bone. **Adv Exp Med Biol.**, v. 1086, n. 2, p. 1086-97, Sep. 2018.

WHO, **Facts sheets, Ageing and health 2022**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. Acesso em: 22 dez. 2023.

YING, W. *et al.* Visceral adiposity, muscle composition, and exercise tolerance in heart failure with preserved ejection fraction. **ESC Heart Fail.**, v. 8, n. 4, p. 2535-45, May 2021.

ZAMBONI M, *et al.* Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. **Nutr Metab Cardiovasc Dis.**, v. 18, n. 5, p. 88-95, Jun. 2008.