

## IMPACTO NÃO ESPECÍFICO DO TREINAMENTO DE FORÇA PARA IDOSOS

Cardoso, Ana Clara Vieira<sup>1</sup>; Sant'Anna, Matheus Luiz Rodrigues<sup>1</sup>; Nascimento, Mariana Oliveira do<sup>1</sup>;

Silva, Patrick Carlson Marozzi Lopes da<sup>1</sup>; Junior, Homero da Silva Nahum<sup>2,3</sup>;

Barreto, Ana Cristina Lopes y Glória<sup>2</sup>; Brasil, Roxana Macedo<sup>2</sup>

153

### Resumo

O presente trabalho objetivou avaliar o impacto não específico do treinamento de força para idosos. À metanálise, empregou-se os descritores Treinamento de Força, Musculação, Idoso, Terceira Idade e Geronte, para pesquisas nas plataformas Scielo, Pubmed, ResearchGate e bibliotecas acadêmicas, utilizando como filtros o desenho caso-controle, voluntários a partir de 60 anos, publicação entre 2018 e 2023, e os idiomas português, espanhol e inglês, resultando 41 investigações, totalizando 842 observações experimentais e 853 indivíduos como controle. A variabilidade de métodos de treinamento, controle e aferição de resultados determinaram o emprego do modelo de efeitos aleatórios, o qual foi codificado em linguagem R (RStudio 2023.03.0+386 for Windows®). A avaliação considerou os gráficos de Baujat (heterogeneidade) e funil (viés), assim com o teste de Egger. O modelo foi significativo, valor-p = 0,00 e Diferença Padronizada das Médias de 1,28, mas baixa capacidade de explicação da variabilidade ( $I^2 = 97,00\%$ ). Concluiu-se que o desfecho foi favorável ao treinamento de força para idosos.

**Palavras-chave:** Exercício físico; Terceira idade; Senidade; Fitness; Metanálise.

### Abstract

The present study aimed to evaluate the non-specific impact of strength training for the elderly. For the meta-analysis, the descriptors Strength Training, Bodybuilding, Elderly, Third Age and Geronte were used, for research on the Scielo, Pubmed, ResearchGate platforms and academic libraries, using the case-control design as filters, volunteers aged 60 and over, publication between 2018 and 2023, and in Portuguese, Spanish and English, resulting in 41 investigations, totaling 842 experimental observations and 853 control individuals. The variability of training, control and results measurement methods determined the use of the random effects model, which was coded in R language (RStudio 2023.03.0+386 for Windows®). The evaluation considered the Baujat (heterogeneity) and funnel (bias) graphs, as well as the Egger test. The model was significant, p-value = 0.00 and Standardized Difference of Means of 1.28, but low capacity to explain the variability ( $I^2 = 97.00\%$ ). It was concluded that the outcome was favorable to strength training for the elderly.

**Keywords:** Physical exercise; Senior citizens; Seniority; Fitness; Metanalysis.

### Introdução

O envelhecimento populacional seria uma realidade em todo o mundo, e o Brasil não seria exceção. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), cerca de 14,70% da população brasileira teria 60 anos ou mais, representando cerca de 30

<sup>1</sup> Graduados em Educação Física no Centro Universitário Celso Lisboa – RJ/Brasil

<sup>2</sup> Docentes do Curso de Educação Física do Centro Universitário Celso Lisboa – RJ/Brasil

<sup>3</sup> Docente da Escola de Saúde da Universidade Candido Mendes – RJ/Brasil

milhões de pessoas e possuindo tendência de crescimento nos próximos anos, já que a expectativa de vida no país também estaria aumentando.

Tal mudança demográfica teria implicações significativas na saúde e no bem-estar. Particularmente, pela prevalência de doenças crônicas, diminuição da capacidade física e psíquica, e risco aumentado de quedas e lesões. Esses fatores poderiam afetar negativamente a qualidade de vida dos idosos e aumentariam os custos de assistência social e de saúde (IBGE, 2022; Rocha e Costa, 2018; Inácio, 2011; Brasil, 1990). Essa, na letra da Constituição Federal de 1988, constaria como:

*“A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (Brasil, 1988).*

O conceito de saúde, muitas vezes entendido apenas como “a ausência de doença”, foi defendido pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1948) como “estado de completo bem-estar físico, psíquico e social e não apenas a ausência de doença”. Na 8ª Conferência Nacional de Saúde (Brasil, 1986), o sentido amplo de saúde foi exposto como:

*“... a resultante das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde. Sendo assim, é principalmente resultado das formas de organização social, de produção, as quais podem gerar grandes desigualdades nos níveis de vida ...” (Brasil, 1986).*

Uma das maneiras que ajudaria os idosos a lidar com esses desafios seria por meio da musculação, a qual, não raramente estaria associado a atletas jovens e fisiculturistas. Pois, o envelhecimento seria caracterizado, principalmente, pelo declínio gradual em todos os domínios fisiológicos, notadamente o concernente à diminuição da força muscular, que começaria a ocorrer a partir dos 30 anos e se acentuaria após os 50 anos. Essa perda de massa muscular comprometeria significativamente a qualidade de vida dos idosos, dificultando a realização das atividades diárias e frequentemente associada a alterações psicológicas, como a depressão (Inácio, 2011), o que mitigaria a autonomia funcional (Fleury-Teixeira *et al.*, 2008), logo elevando o risco de dependência (Penha *et al.*, 2023; Prado *et al.*, 2023).

A musculação promoveria alterações fisiológicas significativas no organismo, trazendo benefícios como aumento da massa muscular, fortalecimento da densidade mineral óssea e redução do risco de doenças cardiovasculares, diabetes, artrite, osteoporose e quedas (Santos, Silva e Carvalho, 2023; Silva *et al.*, 2023). Além disso, contribuiria para melhoras nos aspectos psicológicos e sociais (Cavalcante *et al.*, 2023; De Castro *et al.*, 2023), sendo elementos cruciais para aprimorar a qualidade de vida dos idosos (Correia e Souza, 2023; Inácio, 2011).

Dentre os benefícios psicológicos para os idosos, a autoestima se destacaria como consequência da independência nas atividades cotidianas, o que poderia favorecer a melhora no humor, na qualidade de vida e maior expectativa de vida. O exercício físico regular, não configurando exceção a prática da musculação, também auxiliaria no tratamento de doenças crônicas degenerativas, prevenindo-as, e melhora a cognição, destacadamente o processamento de informações, a percepção, aprendizagem, memória, atenção, vigilância, o raciocínio e a solução de problemas (Colcombe e Kramer, 2003), e inclusive seria uma maneira eficiente à prevenção da perda de capacidades funcionais e diminuiria o risco de mortalidade (Hosseini, Asl e Rostamkhany, 2012; Gonçalves, Gurjão e Gobbi, 2007; Miszko *et al.*, 2003).

Em suma, o exposto promoveria 1) o aumento no número e na densidade dos capilares sanguíneos dos músculos esqueléticos, que seria uma das adaptações mais estudadas por representar até 45,00% de massa corporal do ser humano; 2) melhora do rendimento do coração ao produzir as necessidades energéticas do miocárdio mediante a redução da frequência cardíaca e da pressão sanguínea; 3) elevaria a taxa de hemoglobina e beneficiaria a dinâmica circulatória, o que ajudaria na capacidade de fornecimento de oxigênio aos tecidos; 4) aumentaria a ventilação pulmonar mediante ao ganho no volume minuto e na redução da frequência respiratória. Tudo isso cooperaria para retardar o declínio dos sistemas fisiológicos (Xu, 2022; Lee e Park, 2013; Deley *et al.*, 2007; Rhodes *et al.*, 2000). Então, o envelhecimento saudável seria o processo de adaptação às mudanças orgânicas inerentes ao tempo, que permitiria a manutenção do bem-estar físico, psíquico e social, isso demandaria a aquisição de novos hábitos (Souza, 2019; Fahlman *et al.*, 2011). Apoiado no supramencionado, o presente trabalho objetivou avaliar o impacto não específico do treinamento de força para idosos.

## Materiais e Métodos

A seleção dos trabalhos acadêmicos foi norteada pelas palavras-chaves Treinamento de Força, Musculação, Idoso, Terceira Idade e Geronte, para pesquisas nas plataformas Scielo, *Pubmed*, *ResearchGate* e bibliotecas acadêmicas, tendo como filtros o desenho caso-controle, voluntários a partir de 60 anos, publicação entre 2018 e 2023, e o idioma português (sete artigos brasileiros), espanhol (um europeu e outro americano) ou inglês (36 publicações: 16 brasileiros; europas Centro-Oriental e Setentrional, um cada; Ocidental, quatro; Meridional, três; América do Sul, cinco; Central, dois; e Norte, quatro). Desses 45 estudos, eliminados foram aqueles da 1) Europa Centro-Oriental, porque os voluntários eram exclusivamente femininos; 2) Europa Setentrional, porque a intervenção se prolongou por cinco, excedendo em muito as demais investigações, que demandaram entre seis e 24 meses; 3) América Central, uma pesquisa foi eliminada, porque empregou somente homens; e 4) América do Norte, pois em um deles, os indivíduos habitavam uma Estrutura Residencial para Pessoas Idosas, portanto tendo alimentação controlada e saúde amplamente monitorada. Assim, resultaram 41 investigações, totalizando 842 observações experimentais e 853 indivíduos como controle.

A ausência de uniformidade dentre os métodos distintos de treinamento, controle e aferição de resultados empregados pelos pesquisadores, conduziu ao emprego da modelagem por efeitos aleatórios (Fuchs e Paim, 2010; Mancuso, 2010), quando o desfecho de interesse não seria o mesmo em todos os estudos, logo assumiu-se a hipótese de que não haveria correlação entre a variável independente e os efeitos específicos do indivíduo. O método de média ponderada foi adotado em razão das distintas escalas de aferição dos estudos. A metanálise foi testada pela variância inversa, tendo sido investigada a heterogeneidade pelo estimador de máxima verossimilhança restrita para  $\tau$ , com o intervalo de confiança estimado pelo método Q-profile. Exposta crescentemente a influência dos estudos no gráfico floresta (*forestplot*), conforme proposto por Rodrigues (2010).

A análise de sensibilidade foi desenvolvida pelo gráfico de Baujat, plotando a relação entre as contribuições à heterogeneidade e ao resultado, a identificação de estudo impactando na primeira condição culminou na exclusão dele e a estimativa de novo modelo. Finalmente, plotou-se o gráfico de funil (*funnel plot*) clássico e com os contornos de significância estatística (*contour-enhanced funnel plot*), ambos para verificação de viés de publicação pela existência de assimetria em torno da linha média, o que foi complementado

pela implementação do teste de Egger (Egger *et al.*, 1997), tendo o seguinte desenho,  $\alpha = 0,05$  e:

H0: A metanálise tem distribuição assimétrica (com viés de publicação)

H1: A metanálise tem distribuição simétrica (sem viés de publicação)

A metanálise foi realizada com a aplicação do RStudio 2022.02.0+443 *Prairie Trillium Release* (9f7969398b90468440a501cf065295d9050bb776, 2022-02-16) for Windows®, utilizando os pacotes *readxl*/1.4.2 para leitura do banco de dados MS-Excel®, e *meta* 6.5-0 para as estimativas estatísticas, cujo *script* consta no Apêndice A.

## Discussão

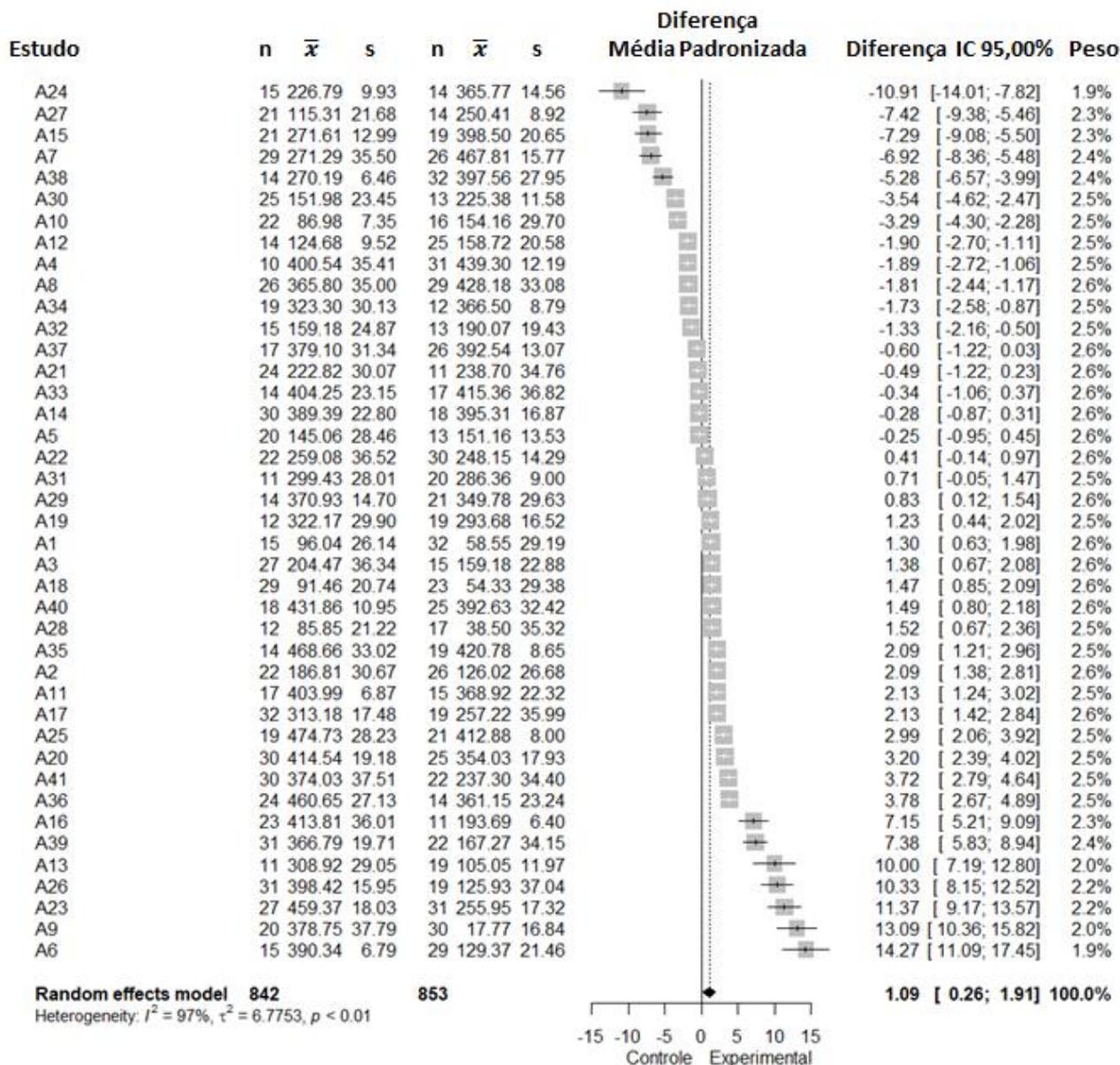
O modelo deteve significância estatística, valor-p = 0,01 (Figura 1), logo ratificou-se que o desfecho era distinto dentre os estudos, porém essa variação guardaria proximidade à Distribuição Normal e não consequências de erros amostrais (o efeito de interesse não era o mesmo em todos os estudos, mas a variação se aproximaria da Distribuição Normal (Biggerstaff e Tweedie, 1997; Fhon *et al.*, 2016; Higgins e Thompson, 2002).

A heterogeneidade (Tabela 1) foi elevada,  $I^2 = 97,20\%$ , possibilitando explicar 2,80% do total da variabilidade encontrada, convergindo à hipótese de estudos heterogêneos, valor-p = 0,00. Essa se substancializou na constatação que o grupo Controle (Figura 1) conquistou melhor resultado nos 12 primeiros estudos (29,27%), A24 ao A32. As investigações entre A37 e A31 (sete trabalhos, 17,07%), inclusive, não demonstraram diferença entre Controle e Experimental. Nas demais pesquisas (22 ocorrências, 53,66%), o desfecho foi positivo, ou seja, as pessoas que submetidas à intervenção conquistaram resultados melhores do que aqueles indivíduos que não treinaram. Apesar disso, a diferença padronizada das médias (*Standardized Mean Difference*, SMD) = 1,09 [0,26; 1,91] foi tímida, somente tendo o seu limite superior extrapolado pelos últimos 11 estudos (A25 ao A6), o que convergiu à baixa amplitude dos pesos das pesquisas [1,90%; 2,60%].

A Análise de Sensibilidade indicaria a dispersão dos estudos, por conseguinte, a ideia primeira residiria na eliminação dos trabalhos com maiores impactos na variabilidade. No modelo corrente, o A7 impactou severamente na Heterogeneidade dos resultados (Figura 2), portanto a sua exclusão tenderia a melhorar o Modelo Original (Baujat *et al.*, 2002). Isso se confirmou, pois no Modelo Final o valor-p = 0,00 e a SMD = 1,28 [0,47; 2,08] configuraram resultados superiores, tendo os 10 últimos artigos (25,00%) respectivas diferenças maiores que o limite superior do intervalo de confiança da métrica anterior

(Figura 3). Não obstante, a capacidade de explicação da variabilidade não foi alterada, pois a elevação foi de 0,20%, alcançando 3,00% (Tabela 2). O gráfico de Baujat (Figura 4) indicou que a retirada das pesquisas A6, A9 e A23 poderiam melhorar o modelo, porém o SMD reduziria, possivelmente, em valor não desprezível.

**Figura 1:** Floresta do Modelo Original, SMD = 1,09 [0,26; 1,91], z = 2,59, valor-p = 0,01



Fonte: Os autores (2024)

Vikberg *et al.* (2019) objetivaram examinar os efeitos do treinamento de resistência de 10 semanas sobre capacidade funcional e composição corporal, em homens e mulheres com idade = 70,09 ± 0,03 anos e pré-sarcopenia. O grupo foi dividido em intervenção (n = 31) e controle (n = 34), o primeiro teve a opção de suplementação nutricional. O grupo

experimental conquistou evolução significativa no teste Sentar e Levantar ( $-1,18 \pm 2,19$  s, valor-p = 0,01) e em todas as variáveis de composição corporal (valor-p < 0,05). Valeria destacar que em caminhar, equilíbrio, total de capacidade física, força de preensão e mobilidade funcional não houve diferença entre os grupos (valor-p > 0,05). Então, a princípio, 10 semanas de treinamento não foram suficientes para proporcionar ganhos físicos na maioria das variáveis, o que pode ter ocorrido nos estudos utilizados na metanálise, levando foco à necessidade de considerar alimentação e variáveis de treinamento como frequência, volume, densidade, intensidade e versatilidade de carga (Torres *et al.*, 2021; Ornela *et al.*, 2020; Pinto, Lupi e Brentano, 2011; Tiggemann, Pinto e Kruel, 2010; Borin, Prestes e Moura, 2007; Silva e Farinatti, 2007).

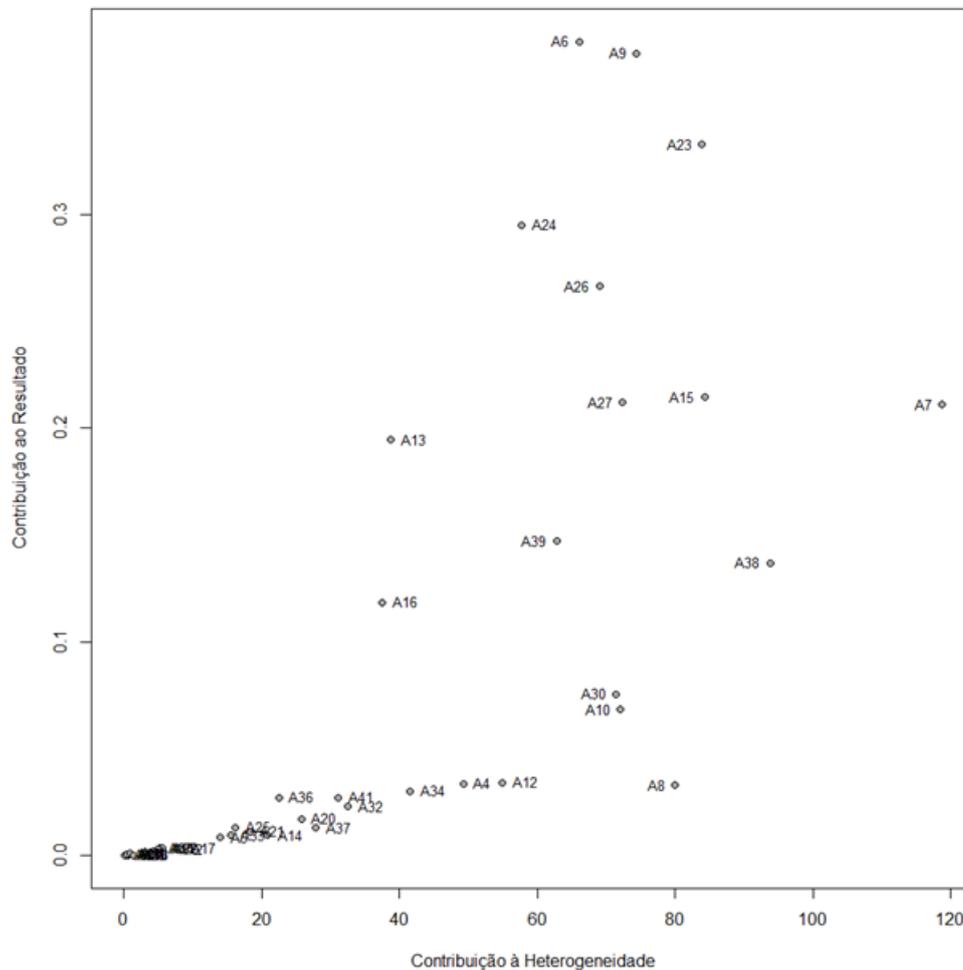
**Tabela 1:** Estimativas Estatísticas do Modelo Original

Heterogeneidade	Estatística	Estimativa
Quantificação	$\tau^2$	6,78 [8,86; 23,24]
	$I^2$	97,20% [96,70%; 97,60%]
	H	5,95 [5,50; 6,44]
Teste	$Q_{(40)}$	1417,60
	Valor-p	0,00

Fonte: Os autores (2024)

Xu (2022), objetivando avaliar o impacto do treinamento físico do core no equilíbrio, avaliou 24 idosos (idade > 65 anos), dividindo-os em experimental e controle, os quais não detinham diferença para pressão arterial, frequência cardíaca ou massa corporal (valor-p > 0,05). A intervenção proporcionou redução significativa no índice de massa corporal (valor-p = 0,01), sentar e levantar (valor-p = 0,01), flexão de braço (valor-p = 0,02), e elevação do joelho (valor-p = 0,00), ou seja, o treinamento teve impacto positivo sobre a motricidade, especialmente força de MMSS e MMII, e equilíbrio estático. Embora, os testes de abdominal, e extensão e flexão de tronco não tenham indicado diferenças estatísticas (valor-p > 0,05). Assim, o treinamento de força deveria buscar harmonizar os diversos segmentos corporais, proporcionando ganhos generalizados ao organismo idoso (Souza Filho, 2023; Marques Júnior, 2023), o que poderia favorecer a equidade homeostática dos diversos sistemas fisiológicos (Barbosa, Ramos e Pascoal, 2023; Pauli *et al.*, 2019; Mendonça, Moura e Lopes, 2018; Antonini, Liberali e Cruz, 2012; Fachine e Trompieri, 2012; Macedo, Gazzola e Najas, 2008; Monteiro e Sobral Filho, 2004; Matsudo *et al.*, 2000).

Figura 2: Baujat para Análise de Sensibilidade do Modelo Original



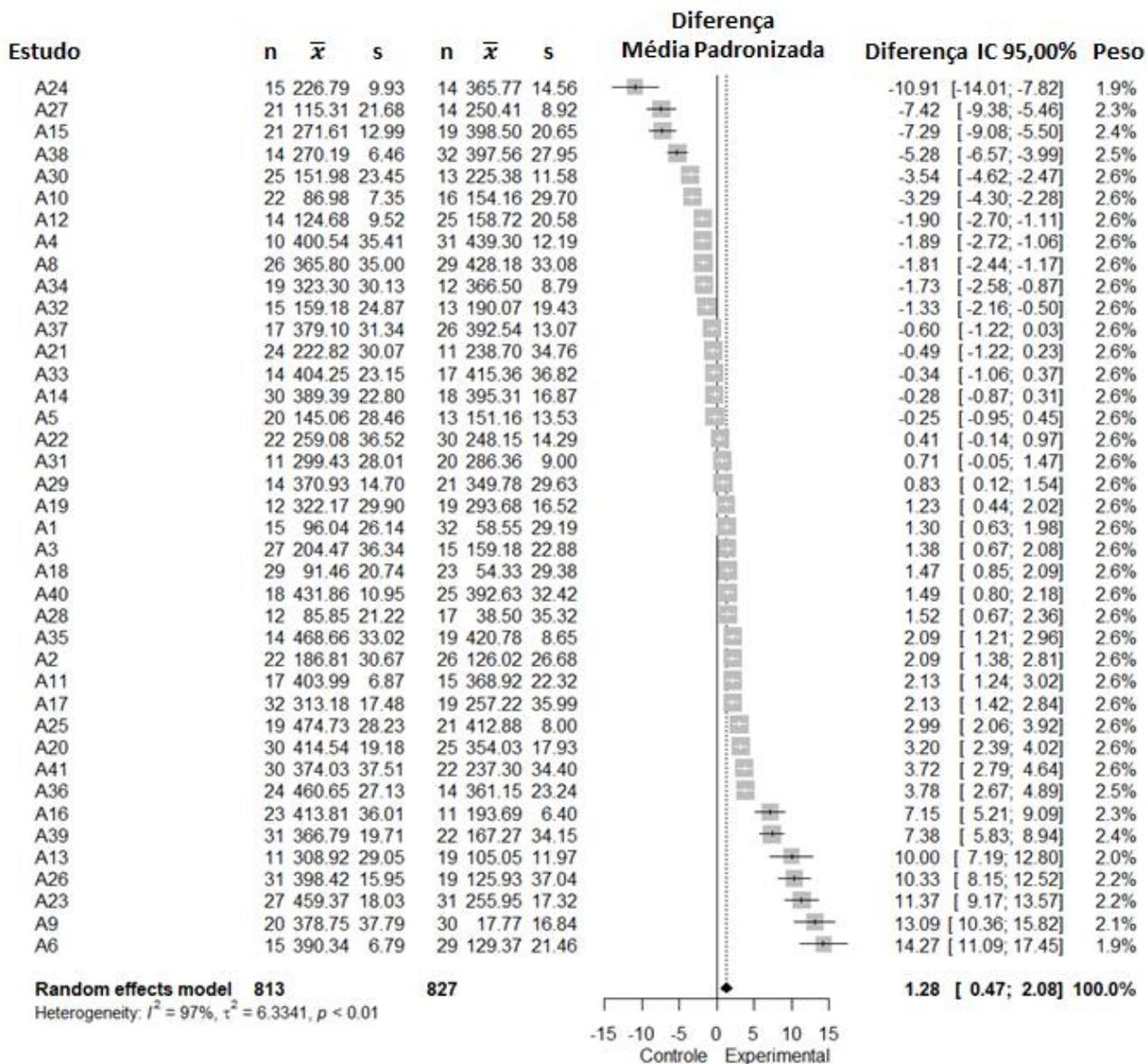
Fonte: Os autores (2024)

Tsuzuku *et al.* (2018) investigaram o efeito do treinamento de resistência com movimentos lentos de 12 semanas usando peso corporal como carga, na massa muscular, força e distribuição de gordura em 53 homens e 35 mulheres com, pelo menos, 70 anos. O grupo experimental realizou agachamento, flexão de mesa e abdominais, 2 x 10 repetições, com incremento de duas execuções a cada quatro semanas, valorizando a excursão muscular. Os indivíduos que treinaram conquistaram resultados significativos, valor- $p < 0,05$  para redução das circunferências da cintura e do quadril, e gordura abdominal, e aumento muscular do quadríceps, da força de extensão do joelho e de flexão do quadril. Aparentemente, o *Slow Resistance Training – Body Weight* favoreceu positivamente os resultados, ratificando as considerações acerca do método de treinamento.

Contradizendo a observação anterior, Hosseini, Asl e Rostamkhany (2012) compararam a capacidade de marcha, o equilíbrio e a força de membros superiores (supino

reto) e inferiores (*leg press*), em 90 idosos, da província de Zanjan (Irã), divididos igualmente em controle, treinamento de força e estabilização do core, durante seis semanas, com três sessões semanais de uma hora. Os autores demonstraram que os grupos sob intervenção conquistaram resultados positivos ao objetivo na comparação dos instantes pré e pós-intervenção frente ao grupo controle, mas sem diferença entre os treinamentos.

**Figura 3:** Floresta do Modelo Final, SMD = 1,28 [0,47; 2,08], z = 3,10, valor-p = 0,00



Fonte: Os autores (2024)

Regattieri *et al.* (2021) avaliaram a influência do treinamento de força na autonomia funcional de 18 idosos, divididos igualmente em treinados e sedentários e por faixa etária,

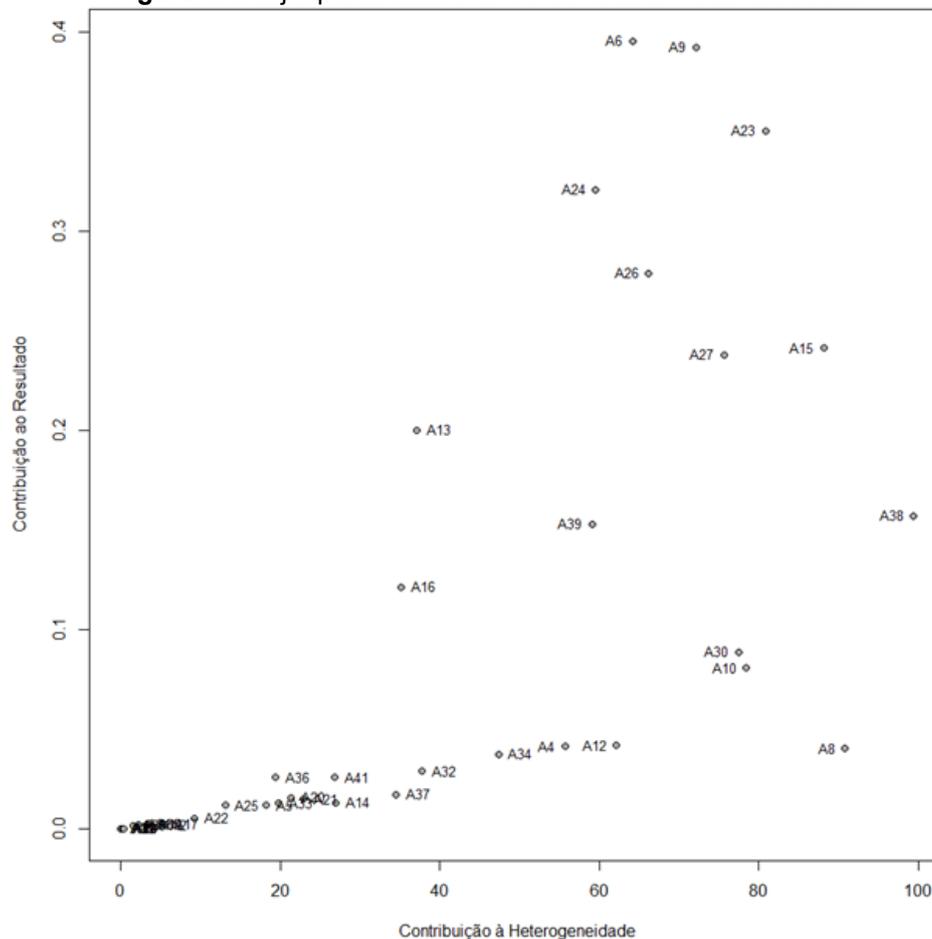
em 60-65 anos, 66-71 anos e 72+ anos, logo cada grupo teve três indivíduos. Todos submetidos ao protocolo do Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade (GDLAM). Os autores sustentaram que a classificação predominante do Índice GDLAM foi sempre superior entre os indivíduos treinados. Porém, carente foi o controle sobre o treinamento disponibilizado aos voluntários e o quantitativo de pessoas por grupo impossibilitou o estabelecimento de significância. Tais fragilidades, principalmente a primeira, podem ter existido nos estudos utilizados na metanálise, enviesando os resultados devido a impossibilidade de identificação.

**Tabela 2:** Estimativas Estatísticas do Modelo Final

Heterogeneidade	Estatística	Estimativa
Quantificação	$\tau^2$	6,33 [8,34; 22,16]
	$I^2$	97,00% [96,50%; 97,50%]
	H	5,81 [5,35; 6,30]
Teste	$Q_{(40)}$	1314,47
	Valor-p	0,00

Fonte: Os autores (2024)

**Figura 4:** Baujat para Análise de Sensibilidade do Modelo Final



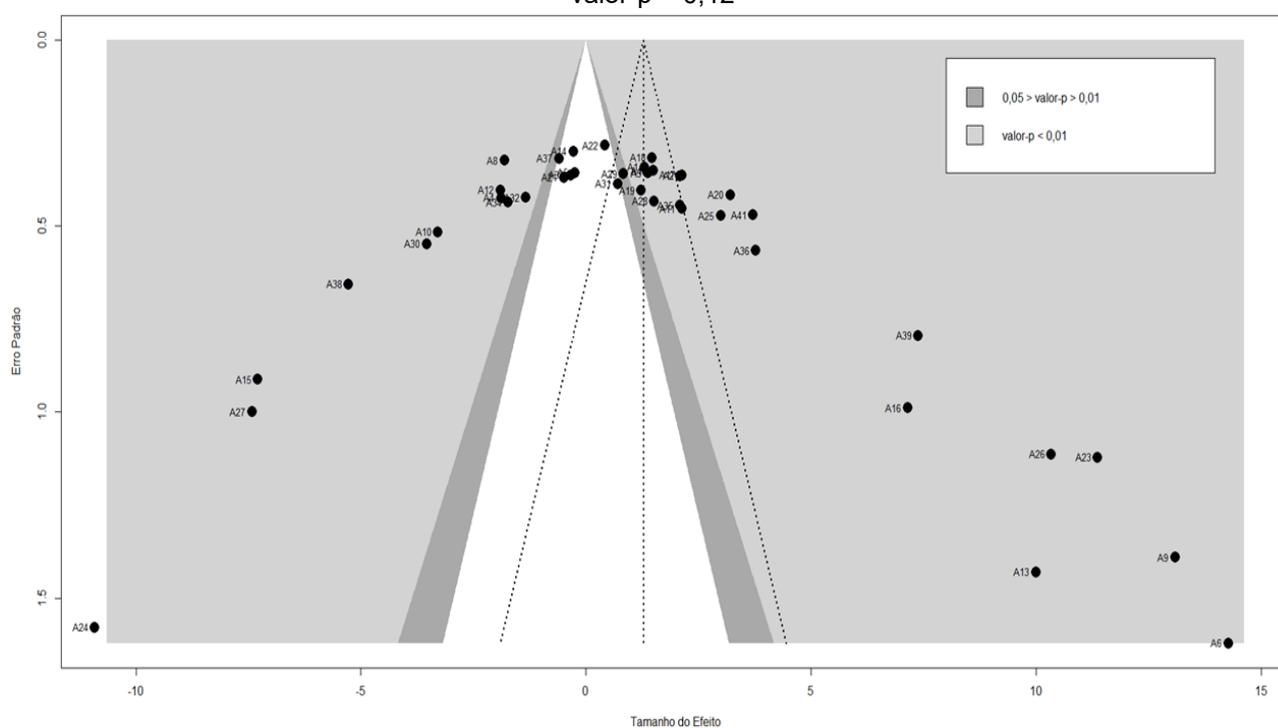
Fonte: Os autores (2024)

Ferreira *et al.* (2021) objetivaram avaliar o treinamento de força na capacidade funcional de 10 idosos hipertensos, sete mulheres, idade =  $73,40 \pm 6,00$  anos, e experiência de treino = 5,20 anos. Durante quatro semanas foram realizadas cinco sessões semanais, alternando membros superiores, inferiores e tronco. A prescrição foi de 3 x 10 a 12 repetições máximas para *leg press* horizontal, abdução e adução de quadril, cadeira extensora, puxada alta neutra, elevação lateral com halteres, remada sentada, bíceps com halteres, lombar no aparelho, prancha no banco romano, e crucifixo inverso, e 2 x 15 repetições para abdominal inferior no banco inclinado. A intensidade foi de moderada à alta, com recuperação de um minuto entre séries e 40 segundos entre exercícios. As aferições foram com os testes sentar e levantar da cadeira, flexão de braços com halteres, sentar e alcançar os pés, e levantar e caminhar. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os instantes pré e pós-intervenção (valor-p > 0,05) nas variáveis agilidade, flexibilidade e força de membros superiores, porém a força de membros inferiores conquistou valor-p = 0,01. Isso pode ter ocorrido por ofensa ao princípio da adaptação, dado que o período de treinamento (quatro semanas) pode não ter sido suficiente à sensibilização do sistema nervoso (Augustini *et al.*, 2023; Leite *et al.*, 2023; Benati *et al.*, 2021), logo comprometendo a elevação das capacidades físicas.

Toda prática de exercícios requisitaria a realização da anamnese e compreensão detalhada da condição de saúde do praticante. Destacando-se a concentração de hepcidina, regulador do metabolismo de ferro, a elevação indicaria associação com infecção, inflamação, estresse oxidativo, resistência à insulina e aterosclerose (Antunes e Canziani, 2016). Nesse sentido, Moura (2022), durante seis meses aplicou treinamento de força em 81 idosos (idade =  $67,30 \pm 3,20$  anos, 46 homens), comparando-os com 76 sedentários (idade =  $66,30 \pm 3,90$  anos, 40 homens), em razão do perfil inflamatório, da hepcidina e biodisponibilidade de ferro. Todos realizavam hemodiálise. O treinamento consistiu em 3 x 8 a 12 repetições para cada um dos 12 exercícios, com dois minutos de descanso entre as séries, três sessões semanais em dias alternados, um hora antes da realização da hemodiálise. O grupo experimental teve aumento na concentração de ferro e redução da hepcidina (valor-p < 0,01). No condizente ao perfil inflamatório, constatou-se aumento do interleucina 10 (IL-10, inibidora da resposta imune) e redução de fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ , favorecedor da apoptose de células tumorais) e interleucina 6 (IL-6, estimuladora da resposta imune), valor-p < 0,01, logo o treinamento de força poderia auxiliar o tratamento a anemia relacionada à doença renal crônica.

No estudo corrente não houve viés de publicação, valor-p = 0,12 (Figura 5), ou seja, as investigações utilizadas se distribuíram simetricamente em torno do Tamanho do Efeito = 0,00 (Sousa e Ribeiro, 2009). Talvez, porque possível foi obter pesquisas cujos resultados poderiam ser considerados negativos, quando o grupo controle apresentasse os resultados melhores que o experimental (Cheema *et al.*, 2023; Almeida e Cendón, 2020; Sterne e Egger, 2001).

**Figura 5:** Funil com Contornos de Significância Estatística para Análise de Viés de Publicação,  $t_{(38)} = 1,59$ , valor-p = 0,12



Fonte: Os autores (2024)

Aquelas pesquisas com maior quantitativo de voluntários se posicionaram próximas ao centro do eixo horizontal, enquanto as demais guardaram espalhamento similar de ambos lados daquele Tamanho do Efeito (Qin, Wang e Han, 2023; Sedgwick e Marston, 2015; Costa *et al.*, 2015). Assim, confirmou-se a expectativa de que estudos com maiores estimativas de Erro Padrão se afastariam do centro (Robinson *et al.*, 2023; Sant’Anna, Sant’Anna e Sant’Anna, 2023). Valeria destacar que tais resultados foram válidos para nível de significância de 5,00%, o que não se manteria se o nível de confiança fosse 99,00% ( $\alpha = 0,01$ ).

## Considerações Finais

Objetivando avaliar o impacto do treinamento de força para idosos, analisados foram 39 artigos com desenho experimental caso-controle. O modelo de efeitos aleatórios foi aplicado, resultando em Diferença Padronizada das Médias = 1,28 [0,47; 2,08] e valor-p = 0,00, porém baixa capacidade de explicação da variabilidade ( $I^2 = 97,00\%$ ). Então concluiu-se que o desfecho foi favorável à prática do treinamento de força.

Aos estudos futuros recomenda-se a realização de investigação exponencial, tendo os grupos controle, treinamento de força, treinamento de força + controle alimentar, e treinamento de força + controle alimentar + controle do descanso, o que poderia pormenorizar a influência de outras variáveis. O desenho experimental coorte prospectivo poderia ser utilizado para avaliar a conquista de objetivos específicos por idosos com a prática de treinamento de força. Finalmente, avaliar os níveis de autonomia funcional, risco de queda e aptidão física de forma multivariada sob o método caso-controle tenderia a ampliar a percepção do impacto do treinamento de força na realidade cotidiana dos idosos.

## Referências

AGUSTINI, B *et al.* Atividade física e qualidade de vida de idosos: uma revisão bibliográfica com ênfase no período pandêmico. **Saber Científico**, v. 12, n. 1, p. 1–13, 2023.

ALMEIDA, FG; CENDÓN, BV. O viés de publicação: por que publicar resultados negativos? **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, n. 2, p. 223-243, 2020.

ANTONINI, TC; LIBERALI, R; CRUZ, IBM. Treinamento de força e morbidades geriátricas: uma revisão. **RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 23, p. 514-524, 2012.

ANTUNES, SA; CANZIANI, MEF. Hepcidin: an important iron metabolism regulator in chronic kidney disease. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 38, n. 3, p. 351-355, 2016.

BARBOSA, DP; RAMOS, EO; PASCOAL, TCL. Implicações da microbiota intestinal na saúde humana e no exercício físico uma revisão da literatura. **Revista Científica FACS**, v. 23, n. 1, p. 38-54, 2023.

BAUJAT, B *et al.* A graphical method for exploring heterogeneity in meta-analyses: application to a meta-analysis of 65 trials. **Statistics in Medicine**, v. 21, n. 18, p. 2641-2652, 2002.

BENATI, RM *et al.* Efeitos de diferentes programas de exercícios em mulheres com osteoporose. **Revista Vivências**, v. 17, n. 32, p. 253-268, 2021.

BIGGERSTAFF, BJ; TWEEDIE, RL. Incorporating variability in estimates of heterogeneity in random effects models in metaanalysis. **Statistics in Medicine**, v. 16, n. 7, p. 753-768, 1997.

BORIN, JP; PRESTES, J; MOURA, NA. Caracterização, controle e avaliação: limitações e possibilidades no âmbito do treinamento desportivo. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 8, n. 1, p. 06-11, 2007.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. **Lei Orgânica da Saúde**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília (DF), 1990.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **8ª Conferência Nacional de Saúde – Relatório Final**. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 1986.

CAVALCANTE, BR *et al.* Resistance training with and without instability does not improve overall levels of intrinsic capacity in older adults with cognitive complaints. **Journal of Physiotherapy Research**, v. 13, e4894, 2023.

CHEEMA, HA *et al.* The misuse of funnel plots in meta-analyses of proportions: are they really useful? **Clinical Kidney Journal**, v. 15, n. 6, p. 1209–1210, 2022.

COLCOMBE, S; KRAMER, AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. **Psychological Science**, v. 14, n. 2, p. 125-30, 2003.

CORREIA, E; SOUZA, TR. Benefícios do treinamento resistido para idosos. **Caderno Intersaberes**, v. 12, n. 38, p. 142-152, 2023.

COSTA, AB *et al.* Construção de uma escala para avaliar a qualidade metodológica de revisões sistemáticas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2441-2452, 2015.

DE CASTRO, GL *et al.* Efeito do treinamento de força com tarefa dupla na aptidão funcional e no desempenho cognitivo de idosos. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, v. 28, 2023. <https://doi.org/10.22456/2316-2171.116489>.

DELEY, G *et al.* Effects of a one-year exercise training program in adults over 70 years old: a study with a control group. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 19, p. 310–315, 2007.

EGGER, M *et al.* Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. **British Medical Journal**, v. 315, n. 7109, p. 629-634, 1997.

FAHLMAN, MM *et al.* Effects of resistance training on functional ability in elderly individuals. **American Journal of Health Promotion**, v. 25, n. 4, p. 237-243, 2011.

FECHINE, BRA; TROMPIERI, N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **InterSciencePlace**, v. 20, n. 1, artigo 7, 2012.

FERREIRA, GP *et al.* Efeitos do treinamento de força na capacidade funcional de idosos com hipertensão. **Revista Referencias em Saúde da Faculdade Estácio de Sá de Goiás**, v. 4, n. 1, p. 1-5, 2021.

FHON, JRS *et al.* Queda e sua associação à síndrome da fragilidade no idoso: revisão sistemática com metanálise. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 50, n. 6, p. 1003-1010, 2016.

FLEURY-TEIXEIRA, P *et al.* Autonomia como categoria central no conceito de promoção de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. sup. 2, p. 2115-2122, 2008.

FUCHS, SC; PAIM, BS. Revisão sistemática de estudos observacionais com metanálise. **Revista HCPA**, v. 30, n. 3, p. 294-301, 2010.

GONÇALVES, R; GURJÃO, ALD; GOBBI, S. Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidade de idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 9, n. 2, p. 145-153, 2007.

HIGGINS, JPT; THOMPSON, SG. Quantifying heterogeneity in meta-analysis. **Statistics in Medicine**, v. 21, n. 11, p. 1539-1558, 2002.

HOSSEINI, SS; ASL, AK; ROSTAMKHANY, H. The effect of strength and core stabilization training on physical fitness factors among elderly people. **World Applied Sciences Journal**, v. 16, n. 4, p. 479-484, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2022**. População cresce, mas número de pessoas com menos de 30 anos cai 5,4% de 2012 a 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INACIO, BS. **Treinamento de força para idosos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação Física). Curso de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2011.

LEE, IH; PARK, SY. Balance improvement by strength training for the elderly. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 25, p. 1591-1593, 2013.

LEITE, ML *et al.* Atividade física: a importância dessa prática no envelhecimento. **Revisa**, v. 12, n. 1, p. 173-82, 2023.

MACEDO, C; GAZZOLA, JM; NAJAS, M. Síndrome da fragilidade no idoso: importância da fisioterapia. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**, v. 33, n. 3, p. 177-184, 2008.

MANCUSO, ACB. **Métodos bayesianos em metanálise**. Monografia (Graduação em Estatística). Departamento de Estatística. Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (RS), 2010.

MARQUES JUNIOR, NK. Carga de treino do microciclo da periodização esportiva. **Cuerpo, Cultura y Movimiento**, v. 13, n. 1, p. 38–69, 2023.

MATSUDO, SM *et al.* Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v.8, n.4, p. 21-32, 2000.

MENDONÇA, CS; MOURA, SKMSF; LOPES, DT. Benefícios do treinamento de força para idosos: revisão bibliográfica. **Revista Campos do Saber**, v. 4, n. 1, p. 74-87, 2018.

MISZKO, TA *et al.* Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 58, n. 2, p. M171–M175, 2003.

MONTEIRO, MF; SOBRAL FILHO, DC. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 6, p. 513-516, 2004.

MOURA, SRG. **Investigação dos efeitos do treinamento de força sobre os níveis de hepcidina e biodisponibilidade de ferro em indivíduos idosos com doença renal em estágio terminal**. Tese (Doutorado em Educação Física). Universidade Católica de Brasília. Brasília (DF), 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference**, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States. Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100 and entered into force on 7 April 1948.

ORNELAS, F *et al.* Manipulação das variáveis do treinamento de força nas academias da região metropolitana de Campinas-SP. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 28, n. 4, p. 120-128, 2020.

PAULI, IR *et al.* A influência do exercício de alta intensidade nos níveis de cortisol – parâmetros fisiológicos. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 18, n. 1, p. 81-94, 2019.

PENHA, EGCV *et al.* Cognição e grau de dependência dos idosos em um centro de atenção ao idoso. **Enfermagem Brasil**, v. 22, n. 4, p. 423-437, 2023.

PINTO, RS; LUPI, R; BRENTANO, MA. Respostas metabólicas ao treinamento de força: uma ênfase no dispêndio energético. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 13, n. 2, p. 150-157, 2011.

PRADO, LDS *et al.* Relação da dor, limitação funcional, dependência e depressão com a osteoartrite em idosos. **Fisioterapia em Movimento**, v. 36, e36202.0, 2023.

QIN, J; WANG, G; HAN, D. Selexipag in patients with pulmonary hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Current Problems in Cardiology**, v. 48, n. 2, 101466, 2023.

REGATTIERI, HL *et al.* Treinamento de força na autonomia funcional do idoso. **Anais da Mostra Científica da Fesv**, v. 1, n. 12, p. 1-19, 2021.

RHODES, EC *et al.* Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. **British Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 18-22, 2000.

ROBINSON, K *et al.* Effects of resistance training on academic outcomes in school-aged youth: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 53, p. 2095–2109, 2023.

ROCHA, HC; COSTA, VRS. **Efeito da prática do treinamento de força na percepção de qualidade de vida em idosos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física). Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória (ES), 2018.

RODRIGUES, CL. **Metanálise: um guia prático**. Monografia (Bacharelado em Estatística). Departamento de Estatística. Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (RS), 2010.

SANT'ANNA, FM; SANT'ANNA, MB; SANT'ANNA, LB. Melhorando as metanálises. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 120, n. 6, p. e20230331, 2023.

SANTOS, JCF; SILVA, JJA; CARVALHO, PRC. Efeitos de um treinamento de força e combinado em idosos com hipertensão arterial. **RBPFEFEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 17, n. 107, p. 55-61, 2023.

SEDGWICK, P; MARSTON, L. How to read a funnel plot in a meta-analysis. **The British Medicine Journal**, v. 351, h4718, 2015.

SILVA, LL *et al.* Alterações cardio-hemodinâmicas agudas em sessões de treinamento de força: revisão sistemática e análise da produção brasileira. **RBPFEFEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 17, n. 109, p. 181-193, 2023.

SILVA, NL; FARINATTI, PTV. Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 60-66, 2007.

SOUSA, MR; RIBEIRO, ALP. Revisão sistemática e meta-análise de estudos de diagnóstico e prognóstico: um tutorial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 92, n. 3, p. 241-251, 2009.

SOUZA FILHO, CA. Efeitos do treinamento de força, aeróbico e concorrente na força muscular e composição corporal. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 2965–2977, 2023.

SOUZA, VHT. **A qualidade de vida de idosos praticantes de musculação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física). Faculdade de Ciências da Educação e Saúde – Faces. Centro Universitário de Brasília – Uniceub. Brasília (DF), 2019.

STERNE, JAC; EGGER, M. Funnel plots for detecting bias in meta-analysis: Guidelines on choice of axis. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 54, n. 10, p. 1046-1055, 2001.

TIGGEMANN, CL; PINTO, RS; KRUEL, LFM. A percepção de esforço no treinamento de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 4, p. 301-309, 2010.

TORRES, T *et al.* Variáveis do treinamento de força: uma revisão integrativa. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, e464101019291, 2021.

TSUZUKU, S *et al.* Slow movement resistance training using body weight improves muscle mass in the elderly: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 4, p. 1339-1344, 2018.

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. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 20, n. 1, p. 28-34, 2019.

XU, Y. Impact of core fitness on balance performance in the elderly. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 28, n. 6, p. 713-715, 2022.

## APÊNDICE A

### Script em Linguagem R - Junior, Homero SN; Brasil, Roxana M; Barreto, Ana CLG

#### Metanálise - resultados de exercícios para idosos

##### Descrição da organização da metanálise

As aferições eram distintas (escalas diferentes), então utilizou-se a média ponderada. Todos os estudos tinham Grupos controle (c) e experimental (e), tendo sido selecionados 41 estudos, dispostos como registros (em linhas) no banco de dados. Enquanto que as variáveis (em colunas) eram as características dos grupos estudados:

1. Estudo: identificação ds estudo;
2. xe: média do e;
3. se: desvio padrão do e;
4. ne: número de voluntários do e;
5. xc: média do c;
6. sc: desvio padrão do c;
7. nc: número de voluntários do c.

#### Codificação

##### I. Preparação do R

###### # 1 Instalação dos pacotes

```
install.packages("meta") #estimativa da metanálise
install.packages("readxl") #leitura da planilha MS-Excel(R)
```

###### # 2 Carregamento dos pacotes

```
library("meta")
library("readxl")
```

##### II. Leitura e verificação dos dados

A linguagem R é \* case sensitive \*, o que significa que diferencie letras maiúsculas e minúsculas.

###### # 3 Ler a aba Idoso do arquivo Dados e guardar no objeto Dados

```
Dados <- read_excel("~/Dados.xlsx", sheet = "Idoso")
```

###### # 4 Visualizar os dados

```
View(Dados)
```

###### # 5 Verificar as dimensões dos dados (quantidades de linhas e colunas)

```
dim(Dados)
```

###### # 6 Verificar a existência de dados faltantes

```
colSums(is.na(Dados))
```

###### # 7 Verificar os tipos de dados

```
sapply(Dados, class)
```

Vale atenção às funções:

- dim(Dados): exibe os campos e as variáveis;
- nrow(Dados): informa a quantidade de linhas;
- ncol(Dados): informa a quantidade de colunas.

##### III. Estimativa do modelo

Para estimar somente o modelo de efeitos aleatórios empregou-se **fixed = FALSE** e à diferença das médias ponderadas **sm = "SMD"**.

###### # 8 Estimar o modelo

```
Modelo <- metacont(ne, xe, se, nc, xc, sc, Estudo, data = Dados, fixed = FALSE, method.tau = "DL", sm = "SMD")
```

**# 9 Visualizar o modelo**

Modelo

**IV. Plotar o gráfico floresta**

Alguns parâmetros requerem especial atenção:

- `cex`: determina o tamanho da fonte dos rótulos do Estudo. Apenas 60,0% do tamanho original, `cex = 0.60`;
- `textsize`: determina o tamanho da fonte dos demais rótulos, `textsize = 0.60`;
- `sortvar`: ordenando os estudos pelo efeito, quando `sortvar = TE`.

**# 10 Plotar o floresta**

```
forest(Modelo, digits.se = 2, col.square = "gray", col.diamond = "black", textsize = 0.60, cex = 0.60, test.overall = FALSE, sortvar = TE, label.e = "Experimental", label.c = "Controle", label.right = "Experimental", label.left = "Controle", leftlabs = c("Estudo", "n", "Média", "s"), rightlabs = c("Diferença", "IC 95,00%", "Peso"))
```

**IV. Plotar o gráfico de Baujat (análise de sensibilidade)****# 11 Plotar o Baujat**

```
baujat(Modelo, xlab = "Contribuição à Heterogeneidade", ylab = "Contribuição ao Resultado", grid = FALSE)
```

Caso haja necessidade de retirar algum estudo que tenha muita influência na heterogeneidade, no caso o A7, pode-se fazer **DadosNovos<- subset(Dados, Estudo != "A7")**. A sinalização "!=" indica "diferente de". Então, copiados serão ao objeto DadosNovos todo o conteúdo de Dados, menos aquele em que o valor de Estudo seja A7.

**V. Plotar o gráfico de funil**

Idealmente, a distribuição dos estudos deve ser simétrica em torno da linha média, do contrário haverá indício de viés de publicação.

**# 12 Plotar o funil**

```
funnel(Modelo, xlab = "Tamanho do Efeito", ylab = "Erro Padrão", studlab = TRUE)
```

**# 12 Plotar o funil com contorno de significância (alternativa)****# y: erro padrão; x: diferença de médias padronizadas**

```
funnel(ModeloNovo, xlab = "Tamanho do Efeito", ylab = "Erro Padrão", random = TRUE, level = 0.95, contour = c(0.95, 0.99), col.contour = c("darkgray", "lightgray"), lwd = 2, cex = 2, pch = 16, studlab = TRUE, cex.studlab = 0.80), legend(8.00, 0.05), c("0,05 > valor-p > 0,01", "valor-p < 0,01"), fill = c("darkgray", "lightgray"))
```

**VI. Teste de Egger**

Quando o teste for significativo o viés de publicação é existente. Essa inferência é uma alternativa ao gráfico de funil.

**# 13 Teste de Egger**

```
metabias(Modelo)
```

**# 14 Testar se o desfecho é influenciado por viés de publicação**

```
Modelo.trim<- trimfill(Modelo)
```