



Escola Superior de Saúde
Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia
Projeto de Graduação

**Efeito de programas de intervenção baseados
em tecnologias de realidade virtual na força
muscular em idosos: revisão bibliográfica**

João Ferreira
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
39798@ufp.edu.pt

Mário Esteves
Professor Adjunto
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
estevesm@ufp.edu.pt

Porto, Setembro de 2023

Resumo

Introdução: a Realidade Virtual tem sido utilizada em fisioterapia para a reabilitação física de diferentes tipologias de pacientes, no entanto não foram ainda sintetizados os seus efeitos na força muscular de idosos. **Objetivo:** Sumariar a evidência científica sobre o efeito da aplicação de programas de intervenção baseados em realidade virtual na força muscular de idosos. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *EBSCOhost*, para identificar estudos randomizados controlados que avaliassem o efeito de intervenções com realidade virtual na força muscular de idosos. A qualidade metodológica foi analisada através da escala de *PEDro*. **Resultados:** Foram incluídos 6 estudos envolvendo 265 participantes (21% homens), com idade média de 76 anos e com qualidade metodológica média de 5,5/10. A intervenção com recurso a realidade virtual melhorou a força muscular dos idosos em 3 estudos incluídos. **Conclusão:** Protocolos de exercício físico baseados em realidade virtual parecem ter potencial para aumentar a força muscular de idosos, mas são necessários estudos adicionais para confirmar o seu efeito.

Palavras-chave: Fisioterapia, exercício físico, senescência, envelhecimento, *exergames*.

Abstract

Introduction: virtual reality has been used in physiotherapy to rehabilitate patients with different conditions, but it's the effects on muscle strength of older adults has not been summarized yet. **Aim:** To summarize the scientific evidence on the effect of applying intervention programs based on virtual reality technologies on muscle strength in the elderly. **Methodology:** A search was carried out in the *Pubmed*, *Web of Science* and *EBSCOhost* databases to identify randomized controlled studies evaluating the effect of virtual reality interventions on muscle strength in the elderly. The methodological quality was analyzed using the *PEDro* scale. **Results:** 6 studies were included involving 265 participants (21% men), with an average age of 76 years and an average methodological quality of 5.5/10. The regular practice of physical exercise using virtual reality improved muscle strength of elderly people levels in 3 included studies. **Conclusion:** physical exercise protocols based on virtual reality seem to have the potential to increase muscle strength in the elderly, but further studies are needed to confirm their effect.

Keywords: Physiotherapy, physical exercise, senescence, ageing, *exergames*.

Introdução

O envelhecimento demográfico é um fenómeno global, que resulta do aumento da esperança média de vida da população aliado à diminuição da taxa de natalidade (Lunenfeld et al., 2013). Em Portugal, a tendência para o crescimento da população idosa é particularmente marcante, estimando-se que até ao final do presente século existam 3 idosos por cada jovem no nosso país (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2021). Durante o processo de envelhecimento, também designado por senescência, tem lugar um conjunto de alterações biológicas, psicológicas e sociais que diminuem a capacidade de o organismo manter o seu equilíbrio homeostático, fazendo com que as funções fisiológicas mais básicas comecem gradualmente a declinar (Dodig et al., 2019). Especificamente, a nível físico, tem-se observado que o envelhecimento está associado à diminuição da velocidade de condução nervosa, à atrofia muscular, a défices de coordenação, de equilíbrio e a alterações do padrão de marcha, as quais representam um desafio enorme no quotidiano dos idosos, colocando em causa a sua integridade física (Guccione et al., 2012; Pirker & Katzenschlager, 2016). De facto, uma das consequências mais nefastas associadas à senescência relaciona-se com o aumento do risco de queda, que pode resultar em fraturas e respetiva imobilização, agravando assim os processos degenerativos presentes ou mesmo provocar a morte do idoso (Ambrose et al., 2013). Atualmente, cerca de 30% da população idosa sofre, pelo menos, uma queda por ano, o que representa aproximadamente 70% das mortes acidentais nesta população (Direção Geral da Saúde [DGS], 2019).

Segundo a Sociedade Europeia de Nutrição Clínica e Metabolismo, a sarcopenia é definida como a perda de massa muscular e da função do músculo esquelético, decorrente do envelhecimento (Santilli et al., 2014). A prevalência global de sarcopenia varia entre 6% a 22% em indivíduos com mais de 65 anos e é influenciada pela presença ou ausência de diversos fatores, entre os quais a prestação de cuidados de saúde, a dieta equilibrada e o nível de atividade física (Dent et al., 2018). A força muscular desempenha um papel fundamental na execução de atividades da vida diária (AVDs), mas com o envelhecimento esta vai diminuindo devido a alterações na função do sistema endócrino, à redução dos níveis de atividade física e ao aporte nutricional inadequado (Volpi et al., 2004). Curiosamente, a perda de força muscular conduz à diminuição da aptidão cardiorrespiratória, considerada uma das componentes que mais influencia o processo de envelhecimento, por estar associada ao desenvolvimento e manutenção de aspetos

fundamentais como a função cardiovascular, a capacidade cognitiva e o bem-estar (McKinney et al., 2016).

Neste sentido, a fisioterapia é considerada hoje uma estratégia válida na melhoria dos níveis de força muscular dos idosos e, conseqüentemente, na melhoria da sua função física e qualidade de vida (Moreland et al., 2003). Especificamente, a prescrição de treino de força é a modalidade terapêutica de primeira linha para aumentar os níveis de força muscular da população geral, sendo também eficaz na gestão da sarcopenia em idosos (Dent et al., 2018). Infelizmente, a taxa de adesão das pessoas idosas ao programa de tratamento de fisioterapia é, em média, inferior à população geral, devido a fatores do foro socioeconómico, familiar e emocional (Jack et al., 2010; Picorelli et al., 2014). Por este motivo, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias que permitam aumentar os níveis de motivação e adesão da população idosa aos tratamentos de fisioterapia de forma a atenuar a incidência de sarcopenia e suas conseqüências (Ambrens et al., 2023; Forkan et al., 2006). Assim, foi sugerido que a implementação na sessão de tratamento de fisioterapia, de tecnologias interativas como a realidade virtual (RV), seria uma estratégia mais eficaz no processo de reabilitação dos idosos (Lehrer et al., 2011), ajudando a aumentar o nível de atividade física desta população (Konrad et al., 1999 citado por Franco et al., 2011). A RV envolve um ambiente virtual gerado por um computador/equipamento tecnológico, através do qual o utente pode interagir de diferentes formas (Rose et al., 2018). A eficácia desta técnica já foi reportada em desportistas (Gumaa et al., 2019), crianças (Chen et al., 2018) e em pacientes do foro neurológico (Lei et al., 2019; Wiley et al., 2022). Na população idosa, uma revisão sistemática recente de Percy et al., (2023), verificou que a aplicação de um protocolo de tratamento baseado na RV tem efeitos positivos significativos no nível de equilíbrio e qualidade da marcha de idosos. Adicionalmente, Baragash et al. (2022) concluíram através de uma revisão sistemática que idosos que frequentaram programas de exercício físico com recurso a RV apresentaram melhores níveis de qualidade de vida. Por outro lado, a meta-análise elaborada por Zhu et al. (2021) permitiu constatar que a intervenção baseada na RV é uma abordagem benéfica para melhorar a função cognitiva e motora em idosos com défice cognitivo ligeiro ou demência, especialmente na atenção/execução de tarefas, memória, cognição global e equilíbrio.

Não obstante, a inexistência de um estudo de revisão que tenha recolhido e resumido toda a informação existente acerca do efeito da aplicação de programas de intervenção baseados em tecnologias de RV na força muscular de idosos, dificulta a identificação e

avaliação do completo potencial desta intervenção. Como tal, o objetivo da presente revisão foi sintetizar a evidência relacionada com o efeito de programas de RV na força muscular de idosos.

Metodologia

Estratégia de pesquisa

Foi realizada uma pesquisa eletrônica nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *EBSCOhost*, durante o mês de Agosto de 2023, utilizando a seguinte estratégia: ("*virtual reality*" OR "*augmented reality*" OR "*VR*") AND ("*rehabilitation*" OR "*physical exercise*" OR "*physical therapy*" OR "*physiotherapy*") AND ("*elderly*" OR "*aged*" OR "*older*" OR "*geriatric*" OR "*elderly people*" OR "*older adults*" OR "*senior*") AND ("*muscle strength*" OR "*dynamometer*" OR "*handgrip*" OR "*sit to stand*"). Não foram utilizados filtros na pesquisa, relativos ao ano de publicação dos estudos. Adicionalmente as referências bibliográficas dos artigos incluídos foram examinadas para identificar outros estudos que não tivessem sido identificados na pesquisa inicial. Os termos de pesquisa foram organizados segundo o método PICO (população alvo, intervenção principal, comparação e *outcomes*) (Schardt, 2007) e a revisão foi reportada de acordo com a *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses statement* (PRISMA), que tem como objetivo melhorar os padrões de apresentação de revisões sistemáticas e meta-análises (Page et al., 2021).

Crítérios de seleção

De acordo com o método PICO, foram selecionados estudos que apresentassem os seguintes critérios de inclusão: (1) população: indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos, (2) intervenção principal: RV, (3) comparação: grupo controlo, (4) *outcomes*: força muscular. Foram considerados apenas estudos randomizados controlados (RCTs), publicados na língua inglesa. Foram excluídos estudos sem livre acesso, estudos que tivessem utilizado um programa de intervenção não baseado em RV e que envolvessem participantes diagnosticados com qualquer doença do Sistema Nervoso Central (SNC) ou doença oncológica. A elegibilidade dos critérios foi determinada após leitura do título, resumo, palavras-chave e, em caso de dúvida, do texto integral da totalidade dos artigos apresentados na pesquisa. Para a presente revisão foram recolhidas informações referentes aos autores, ao ano de publicação, ao tamanho da amostra, ao desenho do estudo, aos parâmetros e métodos de avaliação, bem como aos resultados.

Qualidade metodológica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada através da *Physiotherapy Evidence Database Scoring Scale* (PEDro), a qual avalia os ensaios clínicos através de 11 itens, quanto à sua presença ou ausência, através do resultado 1 ou 0, respetivamente (Cashin & McAuley, 2020). No final é realizada a soma dos diferentes itens de modo a obtermos uma classificação final, resultante da soma da resposta aos pontos 2 a 11, podendo o valor variar entre 0 e 10 (Maher et al., 2003). Com base na pontuação final, um estudo é classificado metodologicamente como tendo má qualidade ($\leq 0-3$), boa qualidade (4-5) ou qualidade elevada (6-10) (Cashin & McAuley, 2020)

Resultados

Seleção dos estudos

Através da pesquisa realizada foram encontrados 199 estudos. Após a remoção de 63 duplicados e 2 estudos de revisão, foram identificados 134 estudos dos quais 10 foram excluídos, 10 por não serem estudos randomizados controlados (RCTs). Foram então identificados 124 estudos dos quais 40 foram excluídos por envolverem participantes com doença oncológica ou do SNC, 10 por envolverem um protocolo de intervenção não baseado em RV, 11 por não incluírem a avaliação do parâmetro força muscular, 25 estudos por incluírem participantes com idade inferior a 65 anos, 31 estudos por incluírem participantes com comorbilidades e 1 por não estar publicado na língua inglesa. No final, foram selecionadas os 6 RCTs que cumpriram todos os critérios de elegibilidade. O processo de seleção encontra-se detalhado no diagrama de PRISMA (Figura 1).

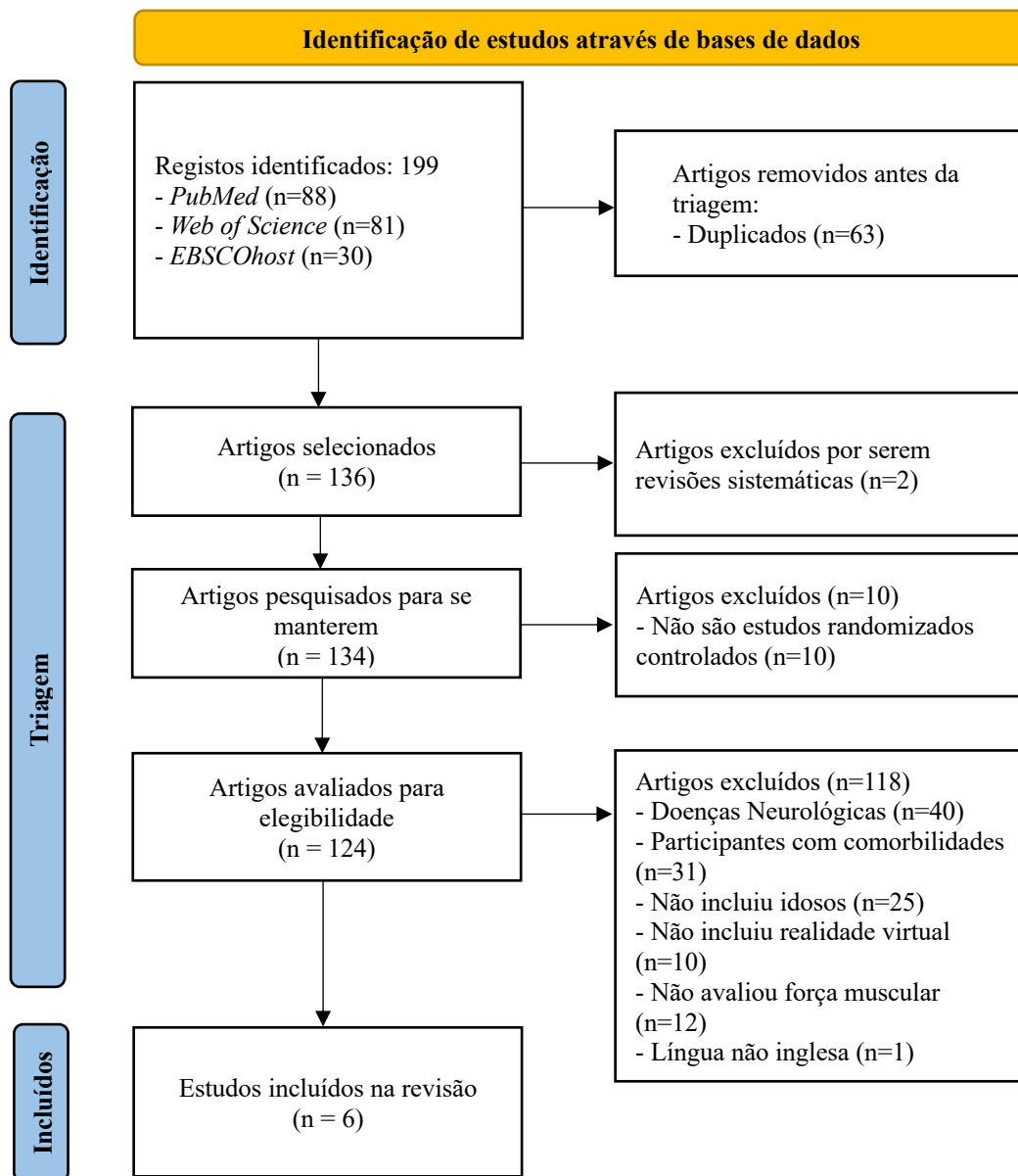


Figura 1. Diagrama de PRISMA do procedimento da revisão.

Qualidade metodológica dos estudos

Em termos metodológicos, 4 dos estudos incluídos apresentaram qualidade elevada (Campo-Prieto et al., 2022; Chen et al., 2020; Jeon & Kim, 2020; Htut et al., 2018), enquanto que os restantes apresentaram boa qualidade (Lee et al., 2017; Park & Yim, 2016) (Tabela 1). Todos os estudos cumpriram os critérios número 2 (distribuição aleatória), 4 (comparação ao nível da *baseline*), 10 (comparação entre grupos) e 11 (medidas de precisão e variabilidade). Apenas um estudo (Campo-Prieto et al., 2022) cumpriu o critério 9 (intenção de tratamento) bem como o critério 3 (distribuição cega) (Jeon & Kim, 2020). A presença dos critérios 5 (sujeitos cegos) e 6 (terapeutas cegos),

não foi observada em nenhum estudo incluído na presente revisão. A classificação metodológica média dos 6 estudos é de 5,5/10.

Tabela 1. Avaliação da qualidade metodológica dos artigos incluídos de acordo com a escala de *PEDro*

Autor (ano)	Crítérios satisfeitos	Pontuação	Classificação
Campo-Prieto et al., (2022)	2, 4, 8, 9, 10, 11	6/10	Qualidade elevada
Chen et al., (2020)	2, 4, 7, 8, 10, 11	6/10	Qualidade elevada
Jeon & Kim (2020)	2, 3, 4, 8, 10, 11	6/10	Qualidade elevada
Htut et al., (2018)	2, 4, 7, 8, 10, 11	6/10	Qualidade elevada
Lee et al., (2017)	2, 4, 10, 11	4/10	Boa Qualidade
Park & Yim (2016)	2, 4, 8, 10, 11	5/10	Boa Qualidade

Crítérios: 1- Elegibilidade; 2- Distribuição aleatória; 3- Distribuição cega; 4- Comparação ao nível de *baseline*; 5- Sujeitos cegos; 6- Terapeutas cegos; 7- Avaliadores cegos; 8- Seguimento adequado; 9-Intenção de tratamento; 10- Comparações entre grupos; 11- Medidas de precisão e variabilidade.

Descrição dos estudos

Os 6 estudos incluídos na presente revisão envolveram um total de 265 participantes, com idade média de 76 anos e uma amostra mínima de 24 participantes (Campo-Prieto et al., 2022) e máxima de 84 participantes (Htut et al., 2018). Todos os estudos compararam os efeitos da aplicação de um protocolo de exercício físico baseado na RV com um grupo controlo (GC). As intervenções de RV envolveram *Tai-Chi* (Chen et al., 2020), *Otago* (Lee et al., 2017), *Kayak* (Park & Yim, 2016), exercícios de equilíbrio (Htut et al., 2018), exercícios de flexibilidade conjugado com fortalecimento muscular (potência e resistência) (Campo-Prieto et al., 2022) e exercícios de flexibilidade conjugado com fortalecimento muscular (potência e resistência) e treino aeróbio (Jeon & Kim, 2020). A duração dos programas de intervenção variou entre 6 semanas (Htut et al., 2018) e 12 semanas (Jeon & Kim, 2020; Lee et al., 2017), a frequência das sessões entre 2 vezes por semana (Htut et al., 2018; Park & Yim, 2016) e 5 vezes por semana (Jeon & Kim, 2020), e a duração das sessões entre 6 minutos (Campo-Prieto et al., 2022) e 1 hora (Lee et al., 2017). A dinamometria foi utilizada em todos os estudos para investigar o nível de força muscular. Quatro estudos avaliaram a força de prensão manual (Campo-Prieto et al., 2022; Htut et al., 2018; Jeon & Kim, 2020; Park & Yim, 2016), enquanto os restantes 2 estudos mediram a força muscular do membro inferior (Chen et al., 2020; Lee et al., 2017). Adicionalmente, Campo-Prieto et al., 2022 e Htut et al. (2018) avaliaram a força

muscular dos membros inferiores através do teste de levantar-sentar de 5 repetições. O *arm curl test* foi utilizado em apenas um estudo para medir a força muscular do membro superior (Park & Yim, 2016). Quanto aos tipos de equipamentos de RV que foram usados nos estudos, Chen et al., (2020) usaram um sensor de captura de movimentos (*Kinect*) que foi ligado à consola principal (*Xbox 360*) para criar o ambiente de RV, assim como Htut et al., (2018) que também utilizaram a *Xbox 360*. No estudo de Lee et al., (2017) foi utilizada a *Nintendo Wii + Wii Fit Balance board*, enquanto que Park & Yim (2016) criaram uma sala com um ecrã gigante em que os participantes colocavam óculos 3-D para realizar o programa de exercícios. Campo-Prieto et al., (2022) foram ainda mais longe e optaram pelo uso de óculos de RV, de forma a alcançarem um nível superior imersão. Finalmente, Jeon & Kim (2020) utilizaram a *UINCARE-HEALTH*, que é um dispositivo constituído por um computador de uso geral, um sensor de análise de movimento 3-D e o software *UINCARE*. O resumo do conteúdo dos estudos está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo dos estudos incluídos na revisão.

Artigo	Amostra	Objetivo do estudo	Protocolo de intervenção	Instrumentos de avaliação	Resultados
	Nº total (% homens) Idade ^a				
Campo-Prieto et al., (2022)	N=24 (15,38%) GE: 85.08 (8.48) GC: 84.82 (8.10)	Analisar os efeitos de um programa de <i>exergames</i> com RV na força muscular de idosos institucionalizados.	6 min, 3x/semana, 10 semanas Equipamento de RV: óculos de RV GE: programa de exercício físico com RV GC: Cuidados habituais	5STS Dinamómetro isométrico (<i>Handgrip</i>)	5STS: GE= 13.81 ± 3.46 seg vs CG= 25.57±14.15 seg, p< 0.01 <i>Handgrip</i> : sem diferenças.
Chen et al., (2020)	N=28 (10,71%) GE: 72.2 (2.8) GC: 75.1 (5.5)	Investigar os efeitos de um programa de Tai-Chi em RV na força muscular do membro inferior de idosos.	30 min, 3x/semana, 8 semanas Equipamento de RV: sensor de captura de movimentos (<i>Kinect</i>) que foi ligado à consola principal (<i>Xbox 360</i>). GE: programa de tai-chi com RV GC: programa de tai-chi.	Dinamómetro isocinético	Sem diferenças.
Jeon & Kim, (2020)	N=27 (0%) 72.74 (3.64)	Investigar o efeito de um protocolo de exercício físico com RV na força muscular do membro superior de idosos.	30 min, 5x/semana, 12 semanas Equipamento de RV: <i>UINCARE-HEALTH</i> GE: programa de exercício físico com RV. GC: Cuidados habituais	Dinamómetro Isométrico (<i>Handgrip</i>)	Sem diferenças.

Htut et al., 2018	N=84 (56%) 75.8 (5.19)	Investigar os efeitos de protocolos de exercício físico sem e com RV ou de exercício de estimulação cognitiva, na força muscular de idosos.	30 min, 2x/semana, 6 semanas Equipamento de RV: <i>Xbox 360</i> GE1: programa de exercício físico GE2: programa de exercício físico com RV GE3: programa de exercícios de estimulação cognitiva. GC: Cuidados habituais.	5STS Dinamómetro isométrico (<i>Handgrip</i>)	5STS: P<0.05 (GE2 vs GC; GE2 vs GE1; GE2 vs GE3); <i>Handgrip</i> (à esquerda): P<0.05 (GE2 vs GC) <i>Handgrip</i> (à direita): P<0.05 (GE2 vs GC)
Lee et al., (2017)	N=30 (0%) GE: 72.60 (2.67) GC: 75.80 (5.47)	Investigar o efeito de um programa de yoga ou de exercício físico com sem recurso a RV na força muscular do membro inferior de idosos.	60 min, 3x/semana, 12 semanas Equipamento de RV: <i>Nintendo Wii</i> GC1: programa de yoga. GC2: programa de exercícios “ <i>Self-Otago</i> ”. GE: programa de exercícios “ <i>Otago</i> ” com RV.	Dinamómetro isométrico	Sem diferenças.
Park & Yim, (2016)	N=72 (5,55%) GE: 72.97 (2.98) GC: 74.11 (2.88)	Investigar os efeitos de um programa de exercício físico com RV na força muscular do membro superior de idosos não institucionalizados.	30 min, 2x/semana, 6 semanas Equipamento de RV: óculos 3-D GE: programa de exercício Kayak com RV. GC: exercício convencional.	Dinamómetro isométrico (<i>Handgrip</i>) <i>Arm curl test</i>	<i>Handgrip</i> (à esquerda): GE= 23.10 ± 5.18 vs GC= 15.27 ± 4.51, p< 0.01). <i>Handgrip</i> (à direita): GE= 23.35 ± 4.86 vs GC= 17.73 ± 5.19, p< 0.01). <i>Arm curl test</i> : GE= 32.47 ± 10.06 vs GC= 21.84 ± 6.71, p< 0.01).

^a Os dados são apresentados em média (Desvio Padrão), ou mediana [Intervalo interquartil].

Legenda: **5STS**: 5 *times Sit-to-Stand*; **3-D**: 3 Dimensões; **GC**: Grupo de Controlo; **GE**: Grupo Experimental; **RV**: Realidade Virtual.

Discussão

Com a presente revisão pretendeu-se sumariar a evidência científica acerca do efeito da implementação de programas baseados em tecnologias de RV na força muscular de indivíduos idosos. Apesar dos seis estudos incluídos terem apresentado diferenças quanto à sua qualidade metodológica, dois apresentaram boa qualidade e os restantes quatro qualidade elevada. Considerando que uma qualidade metodológica inferior pode comprometer a leitura e a interpretação dos resultados, fazendo com que os achados da investigação não tenham a mesma significância, os níveis observados conferem maior robustez à presente revisão (Cashin & McAuley, 2020). Para além da qualidade metodológica, também a constituição amostral dos diferentes estudos não foi homogênea, já que os estudos de Jeon & Kim (2020) e de Lee et al. (2017) foram constituídos exclusivamente por participantes do sexo feminino. Curiosamente, de acordo com Zhang et al. (2018) os idosos do sexo feminino parecem apresentar uma perda mais rápida de massa muscular devido a fatores exógenos e endógenos relacionados com a menopausa, motivo pelo qual os estudos acerca deste tópico específico da área da saúde apresentam, por norma, amostras com maior percentagem de mulheres do que homens. Adicionalmente, os participantes de sexo feminino apresentam maior taxa de aderência em estudos clínicos devido a uma maior procura de cuidados de saúde por parte das mulheres comparativamente com os homens (Otufowora et al., 2021). Nos estudos incluídos não se observou igualmente uma uniformidade no tipo de equipamento de RV que foi usado, o que pode ser explicado pelo facto da inclusão deste tipo de tecnologias nos programas de reabilitação ser ainda uma estratégia recente, não havendo evidência relativamente ao melhor equipamento a ser usado (Campo-Prieto et al., 2021). No entanto, segundo Aramaki et al. (2019), a *Nintendo Wii* e a *Xbox 360* são as opções mais utilizados por serem as mais económicas. Destas, como a *Xbox 360* apresenta uma tecnologia que permite a implementação de gráficos e de software específico protocolos de exercício físico, existe maior preferência na sua utilização. Os estudos incluídos optaram por utilizar desde equipamentos mais económicos, como a *Xbox 360* (Chen et al., 2020; Htut et al., 2018) e a *Nintendo Wii* (Lee et al., 2017), até sistemas mais sofisticados como a sala com ecrã gigante de Park & Yang (2016) e mais imersivos como os óculos de RV (Campo-Prieto et al., 2022). Pelo contrário, relativamente aos instrumentos de avaliação, a dinamometria foi o método de eleição para avaliar a força muscular em todos os estudos seleccionados para esta revisão. De facto, o dinamómetro é

o instrumento mais fiável e com maior validade e confiabilidade para avaliar a força muscular em idosos (Mijnarends et al., 2013).

Não obstante as diferenças metodológicas observadas, a implementação de programas de intervenção baseados na RV, parece ter potencial para aumentar os níveis de força muscular de idosos. Apesar dos estudos de Chen et al., (2020), Jeon & Kim (2020) e Lee et al., (2017) não terem observado alterações significativas, o protocolo de intervenção de Campo-Prieto et al. (2022), baseado em exercícios de flexibilidade conjugados com fortalecimento muscular (potência e resistência) permitiu melhorar a força muscular do membro inferior avaliada através do 5STS. No entanto, tendo em conta que o GC manteve apenas os cuidados habituais, fica a dúvida se a utilização da RV teve verdadeiramente impacto no aumento dos níveis de força muscular, ou se o benefício se manteria caso os participantes realizassem o protocolo de intervenção de forma tradicional. Neste sentido, o estudo de Htut et al. (2018) já incluiu 3 grupos experimentais, em que o primeiro grupo realizou um programa de exercício físico tradicional, o segundo grupo realizou um programa de exercícios com RV e o terceiro grupo realizou um programa de exercícios de estimulação cognitiva, e um GC que manteve os cuidados habituais. Foram observadas diferenças significativas na força muscular dos membros inferiores e superiores nos participantes sujeitos à intervenção baseada em RV. Por último, no estudo de Park & Yim (2016), o grupo experimental (GE) que realizou um programa de *Kayak* com RV, obteve melhoria significativa na força muscular do membro superior avaliada através quer do *handgrip*, quer do *arm curl test*, comparativamente ao GC que realizou exercício físico convencional. Em conjunto, estes estudos parecem apontar para que a utilização de tecnologias baseadas em RV, embora recente, possa adicionar benefício aos programas de reabilitação tradicionais (Campo-Prieto et al., 2021).

Os resultados da presente revisão foram limitados pela heterogeneidade das amostras e pela existência de protocolos de intervenção distintos, o que dificultou a comparação dos resultados. Como tal, recomenda-se no futuro a realização de mais estudos, com populações mais representativas, melhor qualidade metodológica, maior homogeneidade entre as amostras experimentais e que avaliem a eficácia de diferentes equipamentos de RV para perceber a melhor alternativa determinar o protocolo de intervenção mais eficaz. Ainda assim, através dos achados desta revisão, é possível recomendar a utilização da RV para aumento da força muscular em idosos para prática clínica no âmbito da fisioterapia.

Conclusão

A realização da presente revisão permitiu concluir que a implementação de programas baseados em tecnologias de RV parece aumentar os níveis de força muscular de sujeitos idosos comparativamente com exercícios convencionais e cuidados habituais.

Bibliografia

Ambrens, M., Stanners, M., Valenzuela, T., Razee, H., Chow, J., Van Schooten, K. S., ... & Delbaere, K. (2023). Exploring older adults' experiences of a home-based, technology-driven balance training exercise program designed to reduce fall risk: a qualitative research study within a randomized controlled trial. *Journal of geriatric physical therapy*, 46(2), 139-148. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000321>

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

Aramaki, A. L., Sampaio, R. F., Reis, A. C. S., Cavalcanti, A., & e DUTRA, F. C. M. S. (2019). Virtual reality in the rehabilitation of patients with stroke: an integrative review. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 77(04), 268-278. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20190025>

Baragash, R. S., Aldowah, H., & Ghazal, S. (2022). Virtual and augmented reality applications to improve older adults' quality of life: A systematic mapping review and future directions. *Digital health*, 8. <https://doi.org/10.1177/20552076221132099>

Campo-Prieto, P., Cancela-Carral, J. M., & Rodríguez-Fuentes, G. (2022). Feasibility and Effects of an Immersive Virtual Reality Exergame Program on Physical Functions in Institutionalized Older Adults: A Randomized Clinical Trial. *Sensors*, 22(18). <https://doi.org/10.3390/s22186742>

Campo-Prieto, P., Cancela, J. M., & Rodríguez-Fuentes, G. (2021). Immersive virtual reality as physical therapy in older adults: Present or future (systematic review). *Virtual Reality*, 25(3), 801-817. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00495-x>

Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>

Chen, P. J., Penn, I. W., Wei, S. H., Chuang, L. R., & Sung, W. H. (2020). Augmented reality-assisted training with selected Tai-Chi movements improves balance control and

increases lower limb muscle strength in older adults: A prospective randomized trial. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 18(3), 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.05.003>

Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Physical therapy*, 98(1), 63–77. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx107>

Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Arai, H., Kritchevsky, S. B., Guralnik, J., Bauer, J. M., Pahor, M., Clark, B. C., Cesari, M., Ruiz, J., Sieber, C. C., Aubertin-Leheudre, M., Waters, D. L., Visvanathan, R., Landi, F., Villareal, D. T., Fielding, R., Won, C. W., ... Vellas, B. (2018). International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, Diagnosis and Management. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 22(10), 1148–1161. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1139-9>

Direção Geral da Saúde. (2019). Prevenção e intervenção na queda do adulto em cuidados hospitalares. *Orientação Da Direção Geral de Saúde*, 2017(008), 1–20. <https://www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/normas-e-circulares-normativas/norma-n0082019-de-09122019.aspx>

Dodig, S., Čepelak, I., & Pavić, I. (2019). Hallmarks of senescence and aging. *Biochemia medica*, 29(3), 030501. <https://doi.org/10.11613/BM.2019.030501>

Forkan, R., Pumper, B., Smyth, N., Wirkkala, H., Ciol, M. A., & Shumway-Cook, A. (2006). Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance. *Physical therapy*, 86(3), 401–410. <https://doi.org/10.1093/ptj/86.3.401>

Franco, J. R., Jacobs, K., Inzerillo, C., & Kluzik, J. (2012). The effect of the Nintendo Wii Fit and exercise in improving balance and quality of life in community dwelling elders. *Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 20(2), 95–115. <https://doi.org/10.3233/THC-2011-0661>

Guccione, A. A., Avers, D. e Wong R. (2012). *Geriatric Physical Therapy* (3^a ed.). Saint Louis, MO, Elsevier Mosby. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-02948-3.00005-5>

Gumaa, M., & Rehan Youssef, A. (2019). Is Virtual Reality Effective in Orthopedic Rehabilitation? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical therapy*, 99(10), 1304–1325. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz093>

Howard, M. C. (2017). A meta-analysis and systematic literature review of virtual reality rehabilitation programs. *Computers in Human Behavior*, 70, 317–327. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.013>

Htut, T. Z. C., Hiengkaew, V., Jalayondeja, C., & Vongsirinavarat, M. (2018). Effects of physical, virtual reality-based, and brain exercise on physical, cognition, and preference in older persons: a randomized controlled trial. *European review of aging and physical activity: official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 15, 10. <https://doi.org/10.1186/s11556-018-0199-5>

Instituto Nacional de Estatística [INE]. (2021). *Censos 2021. INE Censos 2021*, 1–29. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=526271534&DESTAQUESmodo=2

Jack, K., McLean, S. M., Moffett, J. K., & Gardiner, E. (2010). Barriers to treatment adherence in physiotherapy outpatient clinics: a systematic review. *Manual therapy*, 15(3), 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.12.004>

Jeon, S., & Kim, J. (2020). Effects of Augmented-Reality-Based Exercise on Muscle Parameters, Physical Performance, and Exercise Self-Efficacy for Older Adults. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3260. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093260>

Kim, J., Son, J., Ko, N., & Yoon, B. (2013). Unsupervised virtual reality-based exercise program improves hip muscle strength and balance control in older adults: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(5), 937–943. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.010>

Lee, J., Yoo, H. N., & Lee, B. H. (2017). Effects of augmented reality-based Otago exercise on balance, gait, and physical factors in elderly women to prevent falls: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*, 29(9), 1586–1589. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1586>

Lehrer, N., Attygalle, S., Wolf, S. L., & Rikakis, T. (2011). Exploring the bases for a mixed reality stroke rehabilitation system, part I: a unified approach for representing action, quantitative evaluation, and interactive feedback. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 8, 51. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-8-51>

Lei, C., Sunzi, K., Dai, F., Liu, X., Wang, Y., Zhang, B., He, L., & Ju, M. (2019). Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PloS one*, 14(11), e0224819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224819>

Lunenfeld, B., & Stratton, P. (2013). The clinical consequences of an ageing world and preventive strategies. *Best practice & research. Clinical obstetrics & gynaecology*, 27(5), 643–659. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2013.02.005>

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713–721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>

McKinney, J., Lithwick, D. J., Morrison, B. N., Nazzari, H., Isserow, S. H., Heilbron, B., & Krahn, A. D. (2016). The health benefits of physical activity and cardiorespiratory fitness. *British Columbia Medical Journal*, 58(3), 131-137.

Mijnarends, D. M., Meijers, J. M., Halfens, R. J., ter Borg, S., Luiking, Y. C., Verlaan, S., Schoberer, D., Cruz Jentoft, A. J., van Loon, L. J., & Schols, J. M. (2013). Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(3), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.10.009>

Moreland, J., Richardson, J., Chan, D., O'Neill, J., Bellissimo, A., Grum, R., & Shanks, L. (2003). Evidence-based guidelines for the secondary prevention of falls in older adults. *Gerontology*, 49(2), 93–116. <https://doi.org/10.1159/000067948>

Otufowora, A., Liu, Y., Young, H., 2nd, Egan, K. L., Varma, D. S., Striley, C. W., & Cottler, L. B. (2021). Sex Differences in Willingness to Participate in Research Based on Study Risk Level Among a Community Sample of African Americans in North Central

Florida. *Journal of immigrant and minority health*, 23(1), 19–25.
<https://doi.org/10.1007/s10903-020-01015-4>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic reviews*, 10(1), 89-91.
<https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>

Park, J., & Yim, J. (2016). A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 238(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1620/tjem.238.1>

Percy, D., Phillips, T., Torres, F., Chaleunphonh, M., & Sung, P. (2023). Effectiveness of virtual reality-based balance and gait in older adults with fear of movement: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, e2037. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1002/pri.2037>

Picorelli, A. M., Pereira, L. S., Pereira, D. S., Felício, D., & Sherrington, C. (2014). Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics and personal factors: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, 60(3), 151–156.
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.012>

Pirker, W., & Katzenschlager, R. (2017). Gait disorders in adults and the elderly: A clinical guide. *Wiener klinische Wochenschrift*, 129(3-4), 81–95.
<https://doi.org/10.1007/s00508-016-1096-4>

Rose, T., Nam, C. S., & Chen, K. B. (2018). Immersion of virtual reality for rehabilitation - Review. *Applied ergonomics*, 69, 153–161.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.01.009>

Santilli, V., Bernetti, A., Mangone, M., & Paoloni, M. (2014). Clinical definition of sarcopenia. *Clinical cases in mineral and bone metabolism : the official journal of the*

Italian Society of Osteoporosis, Mineral Metabolism, and Skeletal Diseases, 11(3), 177–180. <https://doi.org/10.11138/ccmbm/2014.11.3.177>

Schardt, C., Adams, M. B., Owens, T., Keitz, S., & Fontelo, P. (2007). Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC medical informatics and decision making*, 7, 16. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-7-16>

Volpi, E., Nazemi, R., & Fujita, S. (2004). Muscle tissue changes with aging. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 7(4), 405–410. <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000134362.76653.b2>

Wiley, E., Khattab, S., & Tang, A. (2022). Examining the effect of virtual reality therapy on cognition post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Disability and rehabilitation. Assistive technology*, 17(1), 50–60. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1755376>

Zhang, Y., Hao, Q., Ge, M., & Dong, B. (2018). Association of sarcopenia and fractures in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 29(6), 1253–1262. <https://doi.org/10.1007/s00198-018-4429-5>

Zhu, S., Sui, Y., Shen, Y., Zhu, Y., Ali, N., Guo, C., & Wang, T. (2021). Effects of Virtual Reality Intervention on Cognition and Motor Function in Older Adults With Mild Cognitive Impairment or Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in aging neuroscience*, 13, 586999. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.586999>