

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

**NAARA ROAMA BEZERRA DE LEMOS
REBECA DE LEMOS FERREIRA
TALYTA DE FREITAS DA SILVA**

**USO DA REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO DO EQUILÍBRIO E DA
MARCHA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON: Uma revisão
sistemática**

**RECIFE
2023**

**NAARA ROAMA BEZERRA DE LEMOS
REBECA DE LEMOS FERREIRA
TALYTA DE FREITAS DA SILVA**

**USO DA REALIDADE VIRTUAL NA REABILITAÇÃO DO EQUILÍBRIO E DA
MARCHA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON: Uma revisão
sistemática**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de fisioterapia do Centro
Universitário Brasileiro - UNIBRA, como parte dos
requisitos para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof^ª. Ma. Glayciele Leandro de
Albuquerque.

RECIFE
2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

L555u Lemos, Naara Roama Bezerra de.
Uso da realidade virtual na reabilitação do equilíbrio e da marcha em indivíduos com doença de Parkinson: uma revisão sistemática / Naara Roama Bezerra de Lemos; Rebeca de Lemos Ferreira; Talyta de Freitas da Silva. - Recife: O Autor, 2023.

29 p.

Orientador(a): Ma. Glayciele Leandro de Albuquerque.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Fisioterapia, 2023.

Inclui Referências.

1. Doença de Parkinson. 2. Realidade virtual. 3. Equilíbrio. 4. Marcha. I. Ferreira, Rebeca de Lemos. II. Silva, Talyta de Freitas da. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 615.8

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queremos agradecer a Deus, por ter nos ajudado a chegar até aqui, sem Ele não conseguiríamos. Pois Ele foi nossa força, alicerce, nossa total segurança de que iríamos vencer, por ter nos dado coragem, saúde e sabedoria para buscar e correr atrás dos nossos objetivos, pelos livramentos e por sempre estar ao nosso lado, toda honra e glória seja dada sempre e somente a Ele.

Agradecemos também aos nossos pais, que foram nossos maiores incentivadores, a base de tudo, sem eles não iríamos conseguir, nos motivaram, lutaram conosco, para que esse sonho fosse alcançado, agradecemos pelas orações, ajuda e por nunca desacreditarem de nós, por construírem esse lindo sonho conosco, sem medir esforços do início ao fim. Agradecemos por todo amor e carinho recebido. Pais, vocês foram nosso braço forte, recebam nossa total gratidão.

Aos nossos irmãos, amigos e familiares, que de uma forma especial nos ajudaram, nos motivaram, nos deram apoio em seus lares e que também fazem parte desta linda história. Família e amigos, vocês foram essenciais, muito obrigada.

Professores, obrigada por acreditarem em nós, por nos mostrarem e ensinarem sobre essa linda profissão que é a fisioterapia, pelo conhecimento passado, e pela dedicação ao qual nos tornaram grandes profissionais.

A nossa querida orientadora, muito obrigada. Em tão pouco tempo nos conhecemos, mas vimos a dedicação e profissionalismo em si, obrigada por toda ajuda, incentivo, e paciência conosco e pela atenção nos dada, atendendo nossos pedidos de socorro. Você foi essencial, receba nossa gratidão.

Por último e não menos importante, agradecemos umas às outras, pelo companheirismo, dedicação, atenção e paciência, que tivemos durante a graduação e na construção deste trabalho, e também pela amizade construída.

Por fim, estamos gratas a Deus e a todos por tudo, felizes e realizadas pela conclusão do curso. Não foi fácil, pois foram 5 anos de luta e bastante esforços, mas conseguimos. Parabéns Naara Roama; Rebeca Lemos e Talyta Freitas.

RESUMO

Introdução: A doença de Parkinson é considerada a segunda doença neurodegenerativa mais comum entre a população idosa, causando tremor no repouso, instabilidade postural, desequilíbrio e bradicinesia. A terapia com realidade virtual é uma estratégia de reabilitação bastante utilizada em condições neurológicas que tem como objetivo melhorar a capacidade funcional, equilíbrio, marcha e consequentemente, a qualidade de vida. **Objetivo:** Descrever os efeitos da terapia com realidade virtual sobre o equilíbrio e marcha em indivíduos com doença de Parkinson. **Delineamento metodológico:** Esta pesquisa trata-se de uma revisão sistemática, realizada no período de agosto a outubro de 2023, com restrição linguística do inglês e português, e sem restrição temporal. As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados: MEDLINE via PUBMED; LILACS via BVS; PEDro e SciELO, por meio dos descritores: “Parkinson disease”; “virtual reality”; “balance”; “gait” e “training”, com a combinação do operador booleano AND e OR. As buscas tiveram a participação de três revisores independentes, que selecionaram os artigos que correspondiam com os critérios de elegibilidade do presente estudo. Foi realizado a análise de risco de viés, através da ferramenta Cochrane, avaliando as seguintes características: geração de sequência aleatória, ocultação da alocação, cegamento de participante profissionais e cegamento de avaliadores de desfecho, com alto, baixo e incerto risco de viés. **Resultados:** foram encontrados 72 artigos de acordo com as bases de dados selecionadas, excluindo artigos duplicados, indisponíveis, pela leitura do título, resumo e texto completo, totalizando três artigos mantidos que foram incluídos neste estudo. **Considerações finais:** Concluiu-se que a utilização da realidade virtual como estratégia de reabilitação, tem melhora significativa no equilíbrio e marcha em indivíduos com doença de Parkinson. No entanto, são recomendados estudos futuros devido a quantidade reduzida de estudos publicados e a baixa qualidade metodológica dos que estão disponíveis.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; Realidade virtual; Equilíbrio; Marcha.

ABSTRACT

Introduction: Parkinson's disease is considered the second most common neurodegenerative disease among the elderly population, causing tremor at rest, postural instability, imbalance and bradykinesia. Virtual reality therapy is a rehabilitation strategy widely used in neurological conditions that aims to improve functional capacity, balance, gait and, consequently, quality of life. **Objective:** To describe the effects of virtual reality therapy on balance and gait in individuals with Parkinson's disease. **Methodological design:** This research is a systematic review, carried out from August to October 2023, with linguistic restrictions of English and Portuguese, and without temporal restrictions. The searches were carried out in the following databases: MEDLINE via PUBMED; LILACS via VHL; PEDro and SciELO, using the descriptors: "Parkinson disease"; "virtual reality"; "balance"; "gait" and "training", with the combination of the Boolean operator AND and OR. The searches had the participation of three independent reviewers, who selected the articles that corresponded to the eligibility criteria of the present study. A risk of bias analysis was carried out using the Cochrane tool, evaluating the following characteristics: random sequence generation, allocation concealment, blinding of professional participants and blinding of outcome assessors, with high, low and uncertain risk of bias. **Results:** 72 articles were found according to the selected databases, excluding duplicate, unavailable articles by reading the title, abstract and full text, totaling three articles maintained that were included in this study. **final considerations:** It was concluded that the use of virtual reality as a rehabilitation strategy has a significant improvement in balance and gait in individuals with Parkinson's disease. However, future studies are recommended due to the reduced number of published studies and the low methodological quality of those available.

Keywords: Parkinson's disease; Virtual reality; Balance; March.

LISTA DE SIGLAS

ABC	Escala de confiança de equilíbrio específica de atividade
AR	Realidade aumentada
BBS	Escala de equilíbrio de Berg
C-mill	Ferramenta utilizada para avaliação e treino de marcha
DGI	Ferramenta usada para avaliar a estabilidade
DP	Doença de Parkinson
FGA	Avaliação funcional da marcha
GC	Grupo controle
GI	Grupo de intervenção
RV	Realidade virtual
TUG	<i>Teste Timed and Go</i>
Wii-Fit	Jogo eletrônico de desenvolvimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Doença de Parkinson	11
2.1.1	<i>Definição e epidemiologia</i>	11
2.1.2	<i>Fisiopatologia</i>	12
2.1.3	<i>Sinais e sintomas</i>	13
2.2	Equilíbrio e marcha	14
2.3	Realidade virtual	15
2.3.1	<i>Imersiva e não imersiva</i>	15
2.3.2	<i>Benefícios</i>	16
2.3.3	<i>Aplicabilidade no equilíbrio e marcha</i>	16
2.3.4	<i>Efeitos adversos da realidade virtual</i>	17
3	DELINEAMENTO METODOLÓGICO	18
3.1	Tipo de revisão, período da pesquisa, restrição linguística e temporal	18
3.2	Bases de dados, descritores e estratégia de busca	18
3.3	Realização das buscas e seleção dos estudos	19
3.4	Crterios de elegibilidade (PICOT)	19
3.5	Características dos estudos incluídos	19
3.6	Análise do risco de viés	20
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Dentre as doenças mais comuns que acometem a população idosa, a Doença de Parkinson (DP) tem um destaque significativo entre as doenças neurodegenerativas, sendo a segunda doença mais comum dessa classe idosa. Ela remete a um gradual de 1% do público acima dos 65 anos, tendo a probabilidade de alcançar mais de 8 milhões de pessoas em 2030 (Cabreira; Massano, 2019; Chou, 2020). Sendo assim, sabemos que a DP acomete principalmente indivíduos com idade acima de 50 anos, com prevalência no sexo masculino (Pinheiro; Barbosa, 2018). Apresenta como principais sintomas: tremor em repouso, bradicinesia, rigidez muscular e instabilidade postural (Filippin *et al.*, 2014, p.57).

A DP é determinada como uma patologia degenerativa e evolutiva, que causa alterações no sistema nervoso central, que acontece a degeneração de neurônios localizados na substância negra, levando a redução da formação de neurotransmissores dopamina (Chou, 2020; Hayes, 2019). Sabemos também que um dos principais fatores de risco mais importante é a idade, seguido por exposição a produtos químicos e poluentes industriais (Dorsey; Elbaz, 2018, p. 939).

Devido as alterações decorrentes da DP, os pacientes apresentam desequilíbrio e alteração na marcha. O equilíbrio é um acometimento instintivo e automático que permite ao indivíduo arcar às manifestações de se desligar da gravidade e se locomover livremente no meio ambiente. A insistência do equilíbrio do corpo humano no espaço sempre é uma atividade abstrusa, isso se dá pelo resultado da incorporação das cognições aferentes dos órgãos que constituem o complexo de equilíbrio sob coordenação do cerebelo. Esse conjunto de equilíbrio contempla o sistema vestibular, o visual e o somatossensorial, sendo os três aparatos de entradas sensoriais que distribuem as referências essenciais (Bushatskya, 2017).

Durante a marcha, os passos tendem a ser curtos e arrastados, com uma maior variação entre as passadas (Horak, Nutt, Nashner, 1992, p. 46; Bloem, 2004, p. 871). As complicações relacionadas aos distúrbios da marcha, têm um impacto significativo, na capacidade das pessoas de realizar atividades cotidianas e também na sua independência. No estágio inicial da doença, os sinais de distúrbios na marcha podem não ser claramente identificados. Geralmente, a atenção é direcionada para essas manifestações, quando os pacientes enfrentam dificuldades significativas ao caminhar ou mesmo quando sofrem quedas frequentes (Duncan, Earhart, 2011, p.1440; Boonstra *et al.*, 2008, p.461).

Os pacientes com DP, podem apresentar a marcha parkinsoniana, ela observa-se uma alteração nos padrões de atividade muscular. Essa característica é ainda mais evidente em pacientes com Parkinson que sofrem de congelamento (*freezing*), apresentando uma falta de adaptação na atividade muscular em resposta às variações na velocidade da locomoção (Albani et al., 2003, p.165; Rochester et al., 2009, p.839; Kleiner *et al.*, 2015).

Portanto, devido à falta de equilíbrio e o comprometimento na marcha, existem intervenções que buscam melhorar a qualidade de vida destes pacientes. Dentre as intervenções se utiliza a realidade virtual (RV), sendo definida como uma técnica que permite a interação do indivíduo com o sistema computacional, tornando o ambiente mais artificial de forma virtual. (Freeman et al., 2017 p. 2393; Mohamad, Baharum, 2017 p. 1; Lewis, 2012, p.1880).

O uso da RV oferece possibilidades de uma influência qualificada, para suprir as dificuldades da saúde, para garantir novos envolvimento nas atividades, e novas relações ao meio social, promovendo mais concentração dos indivíduos na tarefa, usando padrões motores e sensoriais, sendo de forma mais natural e realista com treinamento em um ambiente desafiador e motivador, como exercícios prolongados (Freeman *et al.*, 2017 p. 2393; Mohamad, Baharum, 2017 p. 1; Lewis, 2012, p.1880). Isso oferece a oportunidade de aumentar a duração, a intensidade e a quantidade de repetições necessárias para promover a neuroplasticidade (Shin *et al.*, 2005, p.1166; Wuest *et al.*, 2014, p.106; Tarakci et al., 2016, p.1042; Iruthayarajah et al., 2016, p.3112; Bang, Filho, Kim, 2016, p.3112).

Diante do que foi abordado, o objetivo deste estudo é descrever os efeitos da terapia com realidade virtual sobre o equilíbrio e marcha em indivíduos com doença de Parkinson.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Doença de Parkinson

2.1.1 Definição e Epidemiologia

A DP é classificada como uma condição neurodegenerativa que afeta o sistema nervoso central, resultando na degeneração dos neurônios conhecidos como substância negra. Isso pode levar a uma redução na produção de neurotransmissores (Chou K L., 2020; Hayes M T., 2019, p.802). Sendo considerada a segunda doença neurodegenerativa mais comum entre os idosos, afetando de 1 a 3% dessa faixa etária (Monteiro *et al.*, 2014, p. 620).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, cerca de 1% da população global é diagnosticada com a DP, com uma prevalência estimada de 100 a 200 casos por 100 mil habitantes. Estima-se que aproximadamente 10 milhões de pessoas em todo o mundo convivem com a DP. No contexto brasileiro, embora haja uma escassez de estudos estatísticos abrangentes sobre a DP, estima-se que cerca de 200 mil pessoas sejam afetadas por essa condição (OMS, 2014).

A incidência e a prevalência da doença tendem a aumentar com o avanço da idade. Considerando o ano de 2011, a incidência no Brasil foi aproximadamente de 3%, com uma prevalência de 3,3% entre indivíduos com 64 anos ou mais, 8,5% na faixa etária de 80 a 85 anos e, para aqueles com mais de 85 anos, essa taxa sobe para 14,3%. Além disso, a cada ano, surgem cerca de 36 mil novos casos da doença no país (Peternella; Marcon, 2009, p.25).

A DP tem uma origem multifatorial, envolvendo fatores ambientais como exposição a substâncias tóxicas e infecções virais. Estes desencadeiam um processo neurodegenerativo afetando a dopamina, essencial para movimento e função cognitiva. Pesquisas genéticas identificam variantes em genes relacionados à dopamina, ampliando a vulnerabilidade à DP. Essas variações influenciam a produção e regulação da dopamina, destacando a complexa interação entre fatores genéticos e ambientais na susceptibilidade à DP. (Werneck, 2010).

2.1.2 Fisiopatologia

A descrição patológica da Doença de Parkinson (DP) envolve a deterioração dos neurônios que produzem dopamina na substância negra, junto com a formação de estruturas chamadas corpos de Lewy, presentes nesses neurônios. A patologia

começa no tronco cerebral, expandindo-se para outras áreas do cérebro à medida que a doença avança. Essas mudanças podem ocorrer décadas antes dos sintomas visíveis. A perda seletiva desses neurônios causa problemas significativos no controle motor. Os corpos de Lewy, aglomerados anormais de proteínas, incluindo alfa-sinucleína e ubiquitina, interferem no funcionamento dos neurônios. (MacPhee, Stewart, 2001, p.33; Gazewood, Richards, Clebak, 2013, p. 267; Dijkstra *et al.*, 2014, p. 1244).

Dessa forma, o estresse ambiental e o próprio processo de envelhecimento, podem contribuir para problemas neurológicos. Mais especificamente, a exposição a substâncias tóxicas presentes no ambiente, como pesticidas (9), o uso de drogas prejudiciais ou o impacto do envelhecimento podem desencadear uma inflamação crônica de baixo grau no cérebro, um fenômeno conhecido como "inflamação". Esse processo inflamatório ao longo do tempo leva à senescência celular nos neurônios cerebrais (Brown *et al.*, 2006, p.156; Ceccatelli, 2013, p. 426; Chinta *et al.*, 2013, p.429).

2.1.3 Sinais e sintomas

A degeneração cerebral crônica e progressiva associada à DP tem um impacto negativo no equilíbrio e na habilidade motora. Além disso, a estabilidade emocional diminui, o que resulta em dificuldades nas atividades diárias e uma crescente sensação de desespero e depressão. À medida que a doença avança, os indivíduos afetados podem apresentar falta de equilíbrio ao ficar em pé, dificuldades na locomoção e problemas na realização de tarefas funcionais, como atravessar obstáculos, frequentemente resultando em quedas (Liao Y Y, *et al.*, 2014).

Pessoas com DP podem desenvolver uma postura fletida e outros padrões posturais, incluindo ombros projetados para a frente, aumento da flexão nos quadris, joelhos e cotovelos, queixo em direção ao peito, hiper cifose torácica, rotação interna dos braços e protrusão da cabeça. É observado que os pacientes que apresentam DP inclinam o corpo para a frente, o que compromete a postura e, conseqüentemente, leva à perda de equilíbrio (Ortega *et al.*, 2014).

Na DP são examinados sintomas motores como: bradicinesia, rigidez muscular, tremor em repouso e instabilidade postural, além de outras disfunções como a hipotensão, distúrbios do sono e constipação, esses três são afiliados a diminuição da serotonina e catecolaminas. A progressão da doença pode afetar o neocórtex em

fases avançadas, ocasionando demência e distúrbios cognitivos (Chou K L., 2020; Hayes M T., 2019, p.802).

Pacientes com DP tem uma vulnerabilidade física e social, e sua funcionalidade é afetada, sendo expressa pela capacidade funcional, que é considerada a independência de poder cuidar-se de forma mais autônoma. As atividades de vida diária são atividades realizadas diariamente, podendo se caracterizar-se a capacidade funcional (Leandro L. A, Teive H. A. G., 2017, p.161; Moraes E N, Moraes F L., 2017).

A DP também apresenta sintomas não motores como: instabilidade postural, quedas e congelamentos da marcha, são progressivamente incapacidades da DP, afetando a qualidade de vida e na funcionalidade (Peball et al., 2019; Vetrano D L et al., 2018). Estes sintomas incluem dor, disfunções sexuais, depressão, déficit olfativo e incontinência intestinal, devido ao constrangimento dos pacientes, esses sintomas pode não ser revelados aos profissionais da saúde, tornando-se prevalentes devido ao longo da doença (Lacono *et al.*, 2015, p. 1670).

2.2 Equilíbrio e marcha

O equilíbrio corporal é um desenvolvimento espontâneo e inconsciente que permite ao indivíduo suportar às manifestações de desligar da gravidade e se locomover livremente no meio ambiente. A persistência do equilíbrio do corpo humano no ambiente sempre é uma tarefa complexa, resultado da incorporação das cognições aferentes dos órgãos que criam o composto de equilíbrio sob coordenação do cerebelo. Esse conjunto de equilíbrio atende ao sistema vestibular, o visual e o somato-sensorial. Não se encontra nenhum sistema sensorial exato para a colocação do centro de massa, por isso são os três aparatos de entradas sensoriais que distribuem as referências essenciais (Bushatskya, 2017).

Alguns sistemas sentem a transformação com o desenvolvimento do envelhecimento permitindo ser aptos de compor a diminuição das respostas dos centrais que controlam a postura. Com tal característica, os músculos efetores podem não ter a inteligência de rebater ativamente às alterações do equilíbrio corporal, a duração de reação e o tempo de movimento são variáveis indispensáveis para correção do equilíbrio corporal. Os dois decaem com o avanço da idade, principalmente após os trinta anos, sendo assim elevando consideravelmente o risco de episódios de queda. Além do que é dito que um declínio na capacidade de equilíbrio

reduz a função física e expande a probabilidade de queda (Bushatskya, 2017; Jung *et al.*, 2015, p. 2219).

As mudanças no equilíbrio na Doença de Parkinson resultam da interferência na interação dos sistemas relevantes, levando a uma modificação no centro de gravidade e à incapacidade de realizar movimentos compensatórios para restabelecer o equilíbrio (Dutra F, *et al.*, 2007). Como resultado, surgem restrições nas atividades diárias, limitações na participação social e uma diminuição geral na qualidade de vida, agravadas pelo sentimento de medo e insegurança (Franchignoni *et al.*, 2005).

Apesar da crença generalizada de que as alterações na marcha se manifestem principalmente em estágios avançados da DP, é interessante notar que diversos parâmetros relacionados à marcha já demonstram diferenças entre pacientes com DP e indivíduos saudáveis nos primeiros quatro meses após o diagnóstico. Em indivíduos saudáveis, a caminhada é coordenada por processos que ocorrem tanto abaixo do nível cortical quanto no próprio córtex (Takakusak, 2017, p.1; Clark, 2015). No entanto, com o comprometimento do lobo frontal, surgem distúrbios na marcha que levam ao fenômeno de congelamento da marcha (FOG), que apresentam tremores nos joelhos, ou se apresenta como um fenômeno predominantemente acinético (Galna *et al.*, 2015, p. 359; Nieuwboer, Giladi, 2013, p. 1509).

Em pacientes com DP após a interrupção dos processos automáticos de controle relacionados à disfunção dos gânglios da base, os indivíduos são obrigados a depender mais do controle cortical para monitorar a forma de andar. Isso fica evidente pela redução no desempenho da marcha durante tarefas duplas (Clark, 2015).

2.3 Realidade Virtual

A RV é uma das intervenções utilizadas com o objetivo de facilitar para um envelhecimento saudável, que ajuda na melhora dos problemas físicos e cognitivos do indivíduo. O termo RV foi evidenciado no ano de 1980. Nos últimos anos vários dispositivos foram desenvolvidos e a tecnologia foi se tornando mais ampla em vários domínios. O uso dessa intervenção ajuda com a relação no meio social, garantindo participação nas atividades realizadas (Freeman *et al.*, 2017, p. 2393).

Essa técnica é usada por uma representação digital, por meio de telas tecnológicas onde o paciente irar repetir os movimentos apresentados na tela, para

uma reabilitação física, permitindo que o paciente se envolva com o ambiente virtual, facilitando os movimentos do corpo (Skarbez R; Brooks JR FP; Whitton M., 2018, p.1).

A RV cria uma ilusão sobre estar em outro local, fazendo com que o paciente se sinta realmente no lugar apresentado através do jogo, onde ele irá caminhar, pegar objetos com as mãos e isso irá beneficiar para um tratamento melhor (Chesham R; Malouff J; Schutte N., 2018, p.152).

2.3.1 Imersiva e não imersiva

A RV pode ser subdividida em categorias: imersiva e não imersiva. No contexto imersivo, um ambiente tridimensional é empregado para completamente isolar o usuário do mundo real, oferecendo a sensação de movimento e estimulação dos sentidos, a RV cria uma ilusão de estar dentro do ambiente virtual, através de dispositivos como óculos e fones de ouvido, gerando engajamento profundo no tratamento. Por outro lado, a abordagem não imersiva permite que o indivíduo mantenha seus sentidos no ambiente físico circundante, a RV permite que o paciente visualize imagens tridimensionais em um monitor, mantendo uma conexão com o mundo físico e consciente do ambiente ao redor, enquanto observa as imagens no monitor que o guiam durante os exercícios (Oliveira, Schuch, 2021).

2.3.2 Benefícios

A tecnologia demonstra a capacidade de aprimorar as funções do organismo, estimulando a memória e reproduzindo movimentos cotidianos. Isso resulta em estímulos nas conexões cerebrais, incluindo a neurotransmissão e a neuroplasticidade. Como resultado, observa-se uma redução da dor do paciente e uma melhora no funcionamento cognitivo. Essa abordagem traz uma série de benefícios que englobam a melhoria do sistema visual, o desenvolvimento motor, a postura, o fortalecimento global e, especialmente, a autonomia nas atividades diárias (Inchauspe, 2021).

2.3.3 Aplicabilidade no equilíbrio e marcha

A RV, em sua essência, encontra aplicação em cinco áreas distintas: jogos e entretenimento, comunicação a distância, simulação e treinamento, telepresença e visualização (Grimes, 1991, p.81-82). No entanto, continuamente emergem novas aplicações em diversas esferas do conhecimento, variando amplamente de acordo

com a demanda e a inventividade humana. Em muitos casos, a RV está transformando a maneira como os seres humanos interagem com as máquinas, especialmente em sistemas complexos. Na prática, a RV abrange um vasto campo de possibilidades, incluindo cenários e eventos ricos em elementos visuais que já são uma realidade presente (Penteado, 1995, p.55).

A RV permite um ambiente criativo através de jogos usando o computador, favorecendo uma simulação de acordo com o objeto e tecnologia apresentada. A partir de um feedback cognitivo, sensorial, motor e psicológico, ocorre a interação do indivíduo com a máquina que estimula repetições dos movimentos em um ambiente motivador (Braz *et al.*, 2018, p.100). A utilização desta intervenção é importante na área da reabilitação, que busca melhorar a prevenção do equilíbrio e marcha (Amorim *et al.*, 2018, p.1; Dockx *et al.*, 2016).

2.3.4 Efeitos adversos da realidade virtual

É importante estar atento aos impactos secundários que a utilização prolongada da RV pode desencadear, incluindo sintomas como cansaço e vertigem, bem como efeitos mais sérios. No entanto, é notável que esses efeitos adversos têm vindo a diminuir à medida que os sensores de movimento se tornam mais precisos com o avanço da tecnologia (Tori; Kirner; Siscouto, 2006).

Sendo assim, pode ser apresentado alguns efeitos, sendo um deles o Flicker, que se caracteriza como malefício acometido pelo uso da RV. Sendo manifestado, pelo uso repetitivo do equipamento, altos níveis de luz ao ambiente, dessa forma o indivíduo pode apresentar-se com dores de cabeça, pânico, confusão mental, náuseas, fadigas e em casos mais graves, convulsões (Laviola, 2000, p.47).

Dado que os efeitos negativos tendem a aumentar com a prolongada utilização do equipamento, é aconselhável que o conteúdo das aplicações de RV seja de curta duração, a fim de minimizar ao máximo qualquer efeito adverso. Uma outra abordagem para mitigar esses efeitos é empregar a técnica de exposição incremental, na qual a intensidade dos estímulos é gradualmente aumentada a cada utilização do equipamento. Isso proporciona uma adaptação progressiva e, conseqüentemente, uma redução na percepção dos efeitos adversos (Lackner, 2014, p. 2493; Jerald, 2016).

3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de revisão, período da pesquisa, restrição linguística e temporal.

Esta pesquisa, trata-se de uma revisão sistemática. A pesquisa foi realizada no período de agosto a outubro de 2023, com artigos em inglês e português e sem restrição temporal.

3.2 Bases de dados, descritores e estratégia de busca.

As buscas dos artigos foram realizadas nas seguintes bases de dados: MEDLINE (Medical Literature Analysis and System online), via PubMed (National Library of Medicine), LILACS via BVS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), PEDro e SciELO (Scientific Electronic Library). Por meio dos descritores: “Parkinson disease”; “virtual reality”; “balance”; “gait” e “training”, indexados no (DeCS/MeSH), com as seguintes estratégias de busca de acordo com a combinação do operador booleano (AND) e (OR), demonstrado no quadro 1.

Quadro 1 – Estratégia de busca

Base de dados	Estratégia de busca
MEDLINE via PubMed	(training) AND (parkinson disease) AND (virtual reality) AND (balance) AND (gait)
LILACS via BVS	(training) AND (parkinson disease) AND (virtual reality) AND (balance) OR (gait)
PEDro	Abstrat & Title: *parkinson disease* *training* *balance* *gait* *virtual reality* Subdisciplina: Neurologia, Método: ensaio clínico
SciELO	(training) AND (virtual reality) AND (parkinson disease) AND (balance) OR (gait)

Fonte: autoria própria (2023).

3.3 Realização das buscas e seleção dos estudos.

As buscas foram realizadas e revisadas por três revisores, dos quais, dois revisores realizaram a pesquisa nas bases de dados elegidas de forma independente, e o terceiro revisor, selecionou o artigo no qual correspondia com o presente estudo.

A seleção dos estudos, ocorreram de acordo com os critérios de elegibilidade (inclusão e exclusão), por meio de uma triagem, excluindo artigos duplicados e por não estarem de acordo com o tema, sendo submetidos a uma leitura pelo título, resumo e texto completo.

3.4 Critérios de elegibilidade (PICOT)

O presente estudo, seguiu o modelo PICOT (população, intervenção, controle, desfecho e tipo de estudo). A população incluída foi indivíduos com Doença de Parkinson, a intervenção escolhida foi a realidade virtual, com a análise do equilíbrio e marcha como desfechos, sendo o tipo de estudo ensaio clínico.

Quadro 2- Estratégia PICOT

Acrônimo	Critério	Inclusão
P	População	Indivíduos com Doença de Parkinson
I	Intervenção	Realidade virtual
C	Controle/Comparação	-
O	Outcome/Desfecho	Equilíbrio e marcha
T	Tempo/Tipo de estudo	Ensaio clínico

Fonte: autoria própria (2023).

3.5 Características dos estudos incluídos

A partir dos estudos incluídos nessa revisão foram extraídos os seguintes dados: aspectos gerais dos estudos (autor, ano) da população avaliada (idade, sexo); intervenção realizada (tamanho da amostra, frequência, protocolos utilizados, sessão), desfechos avaliados, métodos de avaliação, resultados clínicos, e informações estatísticas.

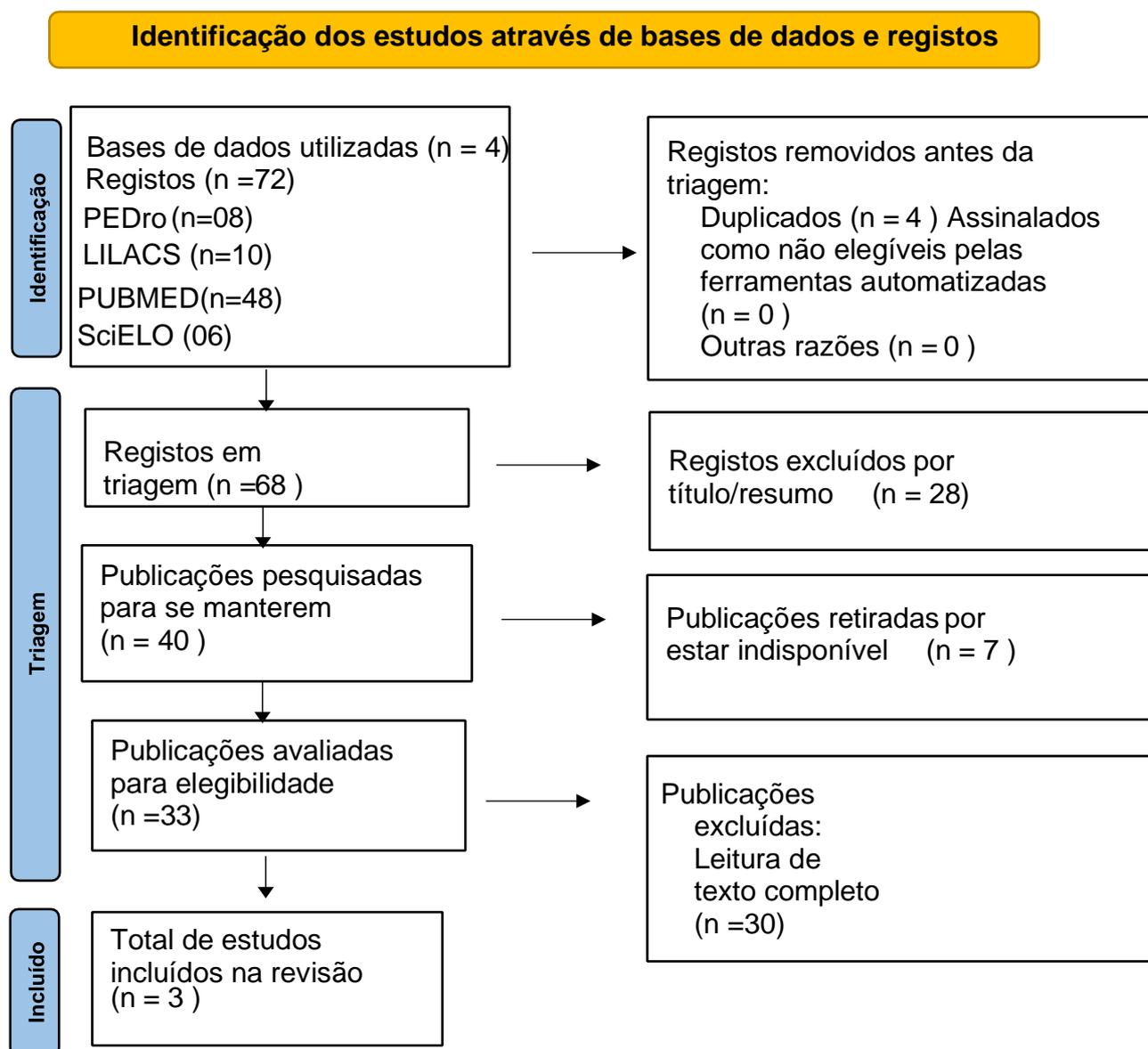
3.6 Análise do risco de viés

A fim de verificar a qualidade metodológica dos estudos utilizados no trabalho, empregamos a ferramenta Cochrane para verificar o risco de viés, detectando a qualidade dos ensaios clínicos. Para determiná-los foi levado em consideração a geração de sequência aleatória, ocultação da alocação, cegamento de participantes e profissionais e cegamento de avaliadores de desfecho.

4 RESULTADOS

A estratégia de busca eletrônica encontrou 72 artigos nas bases de dados selecionadas, com um total de 4 artigos duplicados. Após uma triagem dos 68 artigos através da leitura do título/resumo, foram excluídos 28 artigos, por não estarem de acordo com o tema, totalizando 40 artigos para leitura na íntegra. Foram excluídos 7 artigos por estarem indisponíveis, restando 33 registros, sendo excluídos 30 artigos por não estarem de acordo com os critérios de elegibilidade. Dessa forma, foram mantidos 3 artigos que foram escolhidos para este estudo, estando de acordo aos critérios de elegibilidade.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA



Fonte: autoria própria (2023).

Gulcan *et al.*, (2022) avaliou através da posturografia e escala de Equilíbrio de Berg (BBS), Escala de Confiança de Equilíbrio Específica de Atividade (ABC), Marcha com marcha espaço-temporal e *Timed Up and Go Test* (TUG). Os seus participantes foram 30 ao todo, divididos em dois grupos, grupo controle e intervenção, com a idade entre 57-67 anos, foi realizado um treinamento de fisioterapia convencional e com exercícios convencionais em conjunto com a RV, e posteriormente incluiu atividades para serem realizadas. Na sequência o programa concluiu com exercícios de alongamento o grupo controle foram 3 dias por semanas, durante 6 semanas, com duração de aproximadamente 1 hora cada sessão e o grupo intervenção foram 3 dias por semana, durante 6 semanas, com duração de aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

Hao *et al.*, (2019) visou investigar o efeito da tecnologia de realidade virtual no equilíbrio e na marcha de pacientes com doença de Parkinson (DP), Os indivíduos foram avaliados pré e pós-reabilitação com a Escala de Equilíbrio de Berg (BBS), *Timed Up and Go Test* (TUG) e Avaliação funcional da marcha foram 28 Pacientes de ambos os sexos, com idade entre 50-70 anos que também tiveram 2 grupos, o controle e o intervenção, foi realizado a fisioterapia convencional e a fisioterapia em realidade virtual onde o tempo foi de 45 minutos, uma vez ao dia, 5 vezes por semana, num total de 12 semana, para ambos os grupos.

O estudo de Wen-Chieh *et al.*, (2015) realizado em um centro médico universitário envolveu 23 participantes de 55 a 85 anos, com boa função cognitiva e estágios II e III de Hoehn-Yahr. Após consentimento, receberam 12 sessões de treinamento de equilíbrio conduzidas por fisioterapeutas, com avaliações pré, pós e de acompanhamento realizadas por um avaliador independente. As avaliações incluíram a Escala de Equilíbrio de Berg, Índice de Marcha Dinâmica e *Timed up and Go test*. Foram divididos em dois grupos, o controle realizou treinamento com fisioterapia convencional, e o grupo intervenção fez uso de realidade virtual. Após o treinamento, ambos os grupos apresentaram melhor desempenho, mas sem diferenças significativas no pós-teste e acompanhamento.

O quadro 3, apresenta as características dos artigos incluídos nos resultados, tendo como finalidade demonstrar os dados referentes ao objetivo do estudo, população/amostra e tratamentos realizados.

Quadro 3 – Características dos estudos incluídos

Autor (data)	Objetivo	Tipo de estudo	População Grupos e amostras	Tratamento do grupo controle	Tratamento do grupo intervenção	Tempo, duração, frequência
Gulcan <i>et al.</i> , (2022)	Treinar equilíbrio e marcha através da AR e RV em pacientes com DP	Ensaio clínico randomizado e cego.	Os participantes foram divididos em dois grupos. Grupo controle: 15 participantes, para o grupo intervenção: 15 participantes onde cada grupo tinha 2 pessoas do sexo feminino, e 13 do sexo masculino, com a idade entre 57-67 anos.	Foi realizado um treinamento de fisioterapia convencional, onde foi abordado exercícios em posição supina, caminhadas, alongamentos, e relaxamento e treino de marcha.	O estudo envolveu um treinamento combinado de marcha em AR e RV, utilizando o dispositivo C-Mill+ RV. O treinamento começou com exercícios convencionais em conjunto com a RV, e posteriormente incluiu atividades como Stepping Stones, Trampolins aleatórios, evitar obstáculos, Adaptação de velocidade, Slalom, Jogo de monstros, Pista de bolas, Dicas auditivas, Ilha natural e Alpes italiano. O programa concluiu com exercícios de alongamento.	Grupo controle: 3 dias por semanas, durante 6 semanas, com duração de aproximadamente 1 hora cada sessão. Grupo intervenção: 3 dias por semana, durante 6 semanas, com duração de aproximadamente 1 hora e 30 minutos.
Hao <i>et al.</i> , (2019)	Investigar o efeito da tecnologia de realidade virtual no equilíbrio e na marcha de pacientes com doença de Parkinson (DP).	Ensaio clínico randomizado, controlado, cego.	28 Pacientes de ambos os sexos, com idade entre 50-70 anos. Grupo controle: 14 participantes e grupo intervenção: 14 participantes.	Fisioterapia convencional, sendo realizados: alongamentos musculares e articulares; treino de transferências do centro de gravidade; treinamento de força, caminhada e de ritmo; métodos de feedback visual no espelho, auditivo e ortopédico foram usados para treinar controle de posturas corporal	Fisioterapia em RV: boxe e wii-Fit. Com aquecimento: simulado pelo programador; Alcance: com a simulação de objetos localizados em regiões diferentes; Navegação difícil: fazer uso dos membros superiores, para se manter na	45 minutos, uma vez ao dia, 5 vezes por semana, num total de 12 semana, para ambos os grupos.

					plataforma, e não cair na água; Pegue o labirinto: caminhar dentro do labirinto, até encontrar a saída.	
Wen-Chieh <i>et al.</i> , (2015)	Examinar o efeito do treinamento de equilíbrio em RV para pacientes com DP que vivem em casa.	Ensaio clínico randomizado, controlado, cego e com follow-up de 8 semanas	23 Pacientes com 55 e 85 anos, em ambos os sexos. Grupo controle; 12 participantes. Grupo de intervenção: 11 participantes.	Treinamento por meio de um fisioterapeuta licenciado alongamentos Treino de postura Transferência de peso	Treinamento com uso da RV alongamentos Manutenção da postura por 10 minutos, transferência de peso Uso de um computador, com uma placa de equilíbrio sem fio com jogos de labirinto e bolas.	12 sessões de treinamento de equilíbrio com duração de 50 minutos, 2 vezes por semana durante 6 semanas.

Fonte: autoria própria (2023).

O quadro 4, apresenta os resultados dos artigos incluídos, com o intuito de demonstrar a eficácia do uso da RV, através da avaliação do equilíbrio e marcha em paciente com DP. O quadro 5 retrata a avaliação do risco de viés, através de geração de sequência aleatória; ocultação da alocação; cegamento de participantes e profissionais; e cegamento de avaliadores de desfecho.

Quadro 4 – Resultados dos estudos incluídos

Autor (data)	Desfechos	Métodos de avaliação	Resultados	Informações estatísticas
Gulcan <i>et al.</i> , (2022)	Equilíbrio e marcha.	Posturografia e Escala de Equilíbrio de Berg (BBS), Escala de Confiança de Equilíbrio Específica de Atividade (ABC), Marcha com marcha espaço-temporal e Timed Up and Go Test (TUG).	No término do estudo, observou-se melhorias em todos os métodos de avaliação no grupo de intervenção. No grupo controle, houve melhorias em BBS, ABC e apenas parâmetros espaciais da marcha (exceto largura do passo). Não foram registradas alterações na medida da posturografia, nos parâmetros temporais da marcha e no TUG no grupo controle. A comparação entre os grupos indica que, embora a melhoria na BBS e ABC tenha sido semelhante, o grupo de intervenção experimentou melhorias mais significativas em outros parâmetros, sugerindo um impacto mais substancial do programa de intervenção nesses aspectos.	Posturografia e BBS (p= 0,002); ABC (p=0,001); Marcha espaço-temporal: (p<0,05) TUG (p=0,118).
Hao <i>et al.</i> , (2019)	Equilíbrio e marcha	Os indivíduos foram avaliados pré e pós-reabilitação com a Escala de Equilíbrio de Berg (BBS), Timed Up and Go Test (TUG) e Avaliação	Após o tratamento, os escores BBS, TUG e FGA melhoraram significativamente em ambos os grupos. O treinamento em RV resultou em desempenho significativamente melhor no	BBS (p= <0,05); TUG (p= <0,05); FGA (p=<0,05).

		Funcional da Marcha (FGA).	equilíbrio e marcha em comparação com o grupo de fisioterapia convencional.	
Wen-Chieh <i>et al.</i> , (2015)	Equilíbrio e marcha.	BBS, DGI e TUG.	Não foram identificadas diferenças significantes entre os dois grupos em relação a nenhuma das medidas de resultado ou em qualquer ponto de avaliação. Tanto o treinamento de equilíbrio em realidade virtual em casa quanto o treinamento de equilíbrio convencional em casa demonstraram melhorias no equilíbrio e na marcha em pacientes com DP que vivem na comunidade.	BBS (p= 0,001); DGI (p= <0,001); TUG (p= 0,001).

Fonte: autoria própria (2023). Legenda: ABC: escala de confiança de equilíbrio específica de atividade; AR: realidade aumentada; BBS: escala de equilíbrio de Berg; C-mill: ferramenta utilizada para avaliação e treino de marcha; DGI: ferramenta usada para avaliar a estabilidade; DP: doença de Parkinson; FGA: avaliação funcional da marcha; GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; RV: realidade virtual; TUG: *Teste Timed and Go*; Wii-Fit: Jogo eletrônico de desenvolvimento.

Quadro 5 – características dos riscos de viés

Autor (data)	Gulcan <i>et al.</i> , (2022)	Hao <i>et al.</i> , (2019)	Wen-Chieh <i>et al.</i> , (2015)
Geração de sequência aleatória	●	●	●
Ocultação da alocação	●	●	●
Cegamento de participantes e profissionais	●	●	●
Cegamento de avaliadores de desfecho	●	●	●

Fonte: autoria própria (2023).

Legenda ● Alto risco de viés; ● Baixo risco de viés; ● Risco de viés incerto.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo abordou ensaios clínicos que avaliaram a efetividade no uso da RV na marcha e no equilíbrio em pacientes com DP. Foram encontrados 72 artigos, nos quais 3 se mantiveram para esta pesquisa, mediante os critérios de elegibilidade estabelecidos. Diante disso, há evidência que o uso da RV proporciona aprimoramento do equilíbrio, e na eficiência no desempenho da marcha em pacientes com DP, buscando trabalhar também a funcionalidade e mobilidade.

Todos os estudos avaliaram pacientes com doença de Parkinson, de ambos os sexos. Gulcan *et al.*, (2022) incluiu 26 pacientes do sexo masculino e 4 do sexo feminino, com idade de 57-67 anos. Hao *et al.*, (2019) avaliou pacientes com a idade média entre 50-80 anos. O estudo de Wen-Chieh *et al.*, (2015), abordou 8 pacientes do sexo feminino, e 14 do sexo masculino com idade variando de 55-85 anos. Apesar da diferença da faixa etária destes estudos incluídos, os resultados não mostraram divergências.

Os participantes apresentaram dificuldade para se equilibrar e para deambular, foram divididos em dois grupos. Gulcan *et al.*, (2022) incluiu 30 pacientes, divididos aleatoriamente com 15 para o grupo controle e 15 para o grupo intervenção. O estudo de Hao *et al.*, (2019) obteve 28 participantes, sendo 14 para o grupo controle e 14 para o grupo intervenção. Wen-chieh *et al.*, (2015) investigou 23 pacientes, onde 12 se direcionaram ao grupo controle e 11 para o grupo intervenção.

A pesquisa de Gulcan, *et al.*, (2022) utilizou a AR e VR, combinado com treino convencional, (sem exercícios de equilíbrio e caminhada) com dispositivo C-Mill VR + (Motek Medical, Amster Dam, Holanda), finalizando com exercícios de alongamento e relaxamento, sendo realizado 3 dias na semana, durante 6 semanas, com duração de 1 hora e 30 minutos. O estudo de Hao *et al.*, (2019) e Wen-Chieh, *et al.*, (2015) realizou apenas o treino com a RV. Hao *et al.*, (2019) utilizou também o boxe e Wii-Fiit. Com duração de 45 minutos, uma vez ao dia, sendo 5 vezes por semana, num total de 12 semanas.

Wen-Chieh, *et al.*, (2015) também realizou alongamentos, manutenção da postura por 10 minutos e transferência de peso, com 12 sessões para treino de equilíbrio por 50 minutos, sendo 2 vezes na semana, durante 6 semanas. Eles também apresentaram exercícios de aquecimento e alcance. Diante das intervenções apresentadas, todos os estudos apresentaram melhora no equilíbrio e na marcha.

Dentre as intervenções utilizadas nos grupos controles, os grupos de Gulcan *et al.*, (2022) e Hao *et al.*, (2019), realizaram algumas intervenções semelhantes sendo exercícios com treino convencional, alongamentos e caminhadas. O estudo de Wen-Chieh *et al.*, (2015) fez o treino por meio de um fisioterapeuta licenciado, com alongamentos, treino de postura e transferência de peso. Apesar de ser apresentadas algumas diferenças entre os grupos controles, os estudos apresentaram resultados semelhantes.

Os estudos incluídos avaliaram os mesmos desfechos propostos pelo objetivo desta revisão. Todos eles utilizaram o método BBS e o TUG. Além desses métodos citados foram incluídos outros métodos como o estudo de Gulcan *et al.*, (2022) que avaliou os desfechos utilizando posturografia e ABC. Hao *et al.*, (2019), avaliou os desfechos utilizando o FGA. Já Wen-Chieh *et al.*, (2015) avaliou equilíbrio e marcha com DGI. Todos os estudos abordaram métodos iguais e diferentes, e obtiveram resultados parecidos.

Hao *et al.*, (2019), embora tenha usado a mesma frequência em ambos os grupos, ele observou que o uso do sistema RV, obteve melhores resultados no equilíbrio e marcha em comparação aos exercícios convencional. Já o estudo de Gulcan *et al.*, (2022), observou melhorias na marcha realizadas em medidas posturográficas, BBS, ABC e parâmetros espaço-temporais, embora ele tenha observado melhora com as duas intervenções, a RV no grupo intervenção se mostrou mais eficiente devido a duração que foi meia hora a mais. Wen-Chieh *et al.*, (2015), obteve melhora tanto no equilíbrio quanto na marcha, através do treinamento em RV em casa quanto ao treinamento convencional em casa, pois não obteve diferença nos exercícios realizados entre os dois grupos.

O estudo de Gulcan *et al.*, (2022), foi o melhor avaliado devido ao baixo risco de viés na geração de sequência aleatória e no cegamento de participantes e profissionais, com risco de viés incerto na ocultação de alocação e no cegamento de avaliadores de desfecho. Hao *et al.*, (2019), obteve baixo risco de viés na geração de sequência aleatória e no cegamento de avaliadores de desfecho, com alto risco de viés na ocultação de alocação e risco de viés incerto no cegamento de participantes e profissionais.

Wen-Chieh *et al.*, (2015), apresentou baixo risco de viés na geração de sequência aleatória, com alto risco na ocultação de alocação, e risco de viés incerto no cegamento de participantes e profissionais e de avaliadores de desfecho. Os

estudos de Hao *et al.*, (2019) e Wen-Chieh *et al.*, (2015), foram os piores avaliados devido aos altos risco de viés apresentados. Por tanto, a incerteza em algumas categorias, especialmente no cegamento tanto dos participantes como dos profissionais e dos avaliadores de desfecho, pode afetar a confiabilidade dos resultados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração da RV na reabilitação em indivíduos com Doença de Parkinson representa uma boa perspectiva para a melhoria significativa do equilíbrio e da marcha em comparação a fisioterapia convencional. Trata-se de uma estratégia promissora e inspiradora que pode melhorar consideravelmente o bem-estar, a funcionalidade, postura, cognição desenvolvimento motor, estimulando memórias e ajudando na independência destes indivíduos. No entanto, são recomendados estudos futuros com amostras maiores para explorar melhor a realidade virtual e para ter mais confiabilidade nestes resultados, devido a heterogeneidade do risco de viés nos estudos incluídos.

REFERÊNCIAS

ALBANI G. *et al.*, **Differences in the EMG pattern of leg muscle activation during locomotion in Parkinson's disease.** *Funct Neurol* 2003;18(3):165-70. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

AMORIM, J.S.C. *et al.* **Terapia de realidade virtual para reabilitação do equilíbrio em idosos: uma revisão sistemática e metanálise.** *Avanços na Reumatologia*, v.58, n.18, p.1-8,2018. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

BANG YS, Filho KH, Kim HJ. **Efeitos do treinamento em realidade virtual usando Nintendo Wii e exercícios de caminhada em esteira no equilíbrio e na caminhada de pacientes com AVC.** *J Phys Ther Sci* 2016; 28:3112–3115. Acesso em: 21 de agosto de 2023.

BLOEM B.R *et al.*, **Quedas e congelamento da marcha na doença de Parkinson: uma revisão de dois fenômenos episódicos interconectados.** *Desordem Mov* 2004; 19:871 e 84. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

BOONSTRA T.A. *et al.*, **Distúrbios da marcha e distúrbios do equilíbrio na doença de Parkinson: atualização clínica e fisiopatologia.** *Curr Opin Neurol* 2008; 21:461–71. Acesso em: 19 de agosto de 2023.

BRAZ, N.F.T. *et al.*, **Eficácia do Nintendo Wii em desfechos funcionais e de saúde de indivíduos com doença de Parkinson: uma revisão sistemática.** *Revista Fisioterapia e Pesquisa*, v.25, n.1, p.100-106, 2018. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

BROWN T.P. *et al.*, **Pesticidas e doença de Parkinson: existe uma ligação? Perspectivas de Saúde Ambiental** 14(2), 156-164 (2006). Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24389262/>>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

BUSHATSKY A. **Alterações do equilíbrio corporal no envelhecimento.** São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2017. Disponível em: <<http://www.portaldoenvelhecimento.com.br/alterações-do-equilíbrio-corporal-no-envelhecimento/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

CABREIRA V, Massano J. **Doença de Parkinson: revisão clínica e atualização.** *Acta Med Port.* 2019;32(10):661-70. <https://doi.org/10.20344/Amp.11978>. Disponível em: <<https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/download/11978/5774>>. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

CAPATO TTC, Domingos JMM, Almeida LRS. **Versão em português da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a doença de Parkinson.** São Paulo: OmniFarma; 2015. Disponível em: <https://www.parkinsonnet.nl/app/uploads/sites/3/2019/11/diretriz_dp_brasil_versao_final_publicada.pdf>. Acesso em: 26 de agosto de 2023.

CECCATELLI S: **Mecanismos de neurotoxicidade e implicações para distúrbios neurológicos.** *Jornal de Medicina Interna* 273, 426-429 (2013). Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24389262/>>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

CHESHAM R, Malouff J, Schutte N. **Meta-análise da eficácia da terapia de exposição à realidade virtual para ansiedade social.** *Comportar-se Alteração* 2018 18 de junho;35(3):152-166 [doi: 10.1017/bec.2018.15]. Acesso em: 26 de agosto de 2023.

CHINTA S, C. *et al.*, **Estresse ambiental, envelhecimento e senescência das células gliais: Uma nova ligação mecanicista com a doença de Parkinson?** *Jornal de Medicina Interna* 273, 429-436 (2013). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24389262/>. Acesso; 18 de setembro de 2023.

CHO C. *et al.*, **Frequency-velocity mismatch: a fundamental abnormality in parkinsonian gait.** *J Neurophysiol* 2010;103(1):1478-89. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbce/a/GGgV4qtNCxBdKvQmZMT5PNm/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

CHOU KL. **Diagnosis and differential diagnosis of Parkinson disease.** UpToDate [Internet]. 2020[cited 2021 Apr 24]. Disponível em: <<https://www.uptodate.com/contents/diagnosis-and-differential-diagnosis-of-parkinson-disease>>. Acesso em: 26 de agosto de 2023.

CLARK DJ. **Automaticidade da caminhada: significado funcional, mecanismos, medidas e estratégias de reabilitação.** *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2015 [citado em 9 de janeiro de 2018]. Acesso em: 26 de agosto de 2023.

CLOSS E, Schwnake CHA. **A evolução do índice de envelhecimento no Brasil, nas suas regiões e unidades fed- erativas no período de 1970 a 2010.** *Ver. Bras. Geriatr. Gerontol* 2012; 15(3):443-458. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbagg/a/HFQJzn6F8SZWBBykgbm8yjh/abstract/?lang=pt>>. Acesso: 17 de setembro de 2023.

DIJKSTRA, A.A. *et al.*, **Stage-dependent nigral neuronal loss in incidental Lewy body and Parkinson's disease.** *Movement Disorders*, v. 29, n. 10, p. 1244-1251, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24996051/>. Acesso em 26 de agosto de 2023

DOCKX K. *et al.* **Realidade virtual para reabilitação na doença de Parkinson.** Sistema de banco de dados Cochrane Rev. 8: D10760. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6463967/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

DORSEY, E. R.; ELBAZ, A. **Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study.** The Lancet Neurology, v. 17, n. 11, p. 939-953, 2018. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

DUNCAN RP, Earhart GM. **Measuring participation in individuals with Parkinson disease: relationships with disease severity, quality of life, and mobility.** Disabil Rehabil.2011;33(15-16):1440-6. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rlae/a/G7XtWrnhBdm33mFmJNFbSXj/?format=pdf&lang=pt>> . Acesso em: 25 de setembro de 2023.

DUTRA FILHO, A. D. *et al.* **Avaliação da postura e do equilíbrio estático de indivíduos portadores da doença de Parkinson através da cifolordometria e oscilometria.** Revista de Saúde da UCPEL, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 60-65, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/549/1/PDF%20-%20Camila%20Danielle%20Arag%C3%A3o%20Almeida.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2023.

FILIPPIN, N. T. *et al.*, **Qualidade de vida de sujeitos com Doença de Parkinson e seus cuidadores.** Fisioterapia em Movimento, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2014. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

FRACHIGNONI, F. *et al.* **Balance and Fear of falling in Parkinson's disease.** Parkinsonism and Related Disorders, v. 11, n. 7, p. 427-433, nov. 2005. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/549/1/PDF%20%20Cmi%20Danielle%20Arag%C3%A3o%20Almeida.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2023.

FREEMAN D. *et al.*, **Realidade virtual na avaliação, compreensão e tratamento de transtornos de saúde mental.** Psychol Med 2017 Out;47(14):2393-2400 [Doi: 10.1017/S003329171700040X] [Medline:28325167]. Acesso em: 24 de outubro de 2023.

GALNA B. *et al.*, **Progressão da disfunção da marcha no incidente da doença de Parkinson: impacto da medicação e fenótipo.** Desordem Mov. 2015. Acesso em: 28 de agosto de 2023.

GARCÍA, C.L.; ORTEGA, C.A.C.; ZEDNIK, H. **Realidade Virtual e Aumentada: Estratégias de Metodologia Ativas nas Aulas sobre Meio Ambiente. Informática na educação: teoria e prática**, v.20, n.1, p.46-59, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/847/1/tcc_Ludmilla%20Rodrigues%20de%20Jesus%20Borges.pdf>. Acesso em: 29 de agosto de 2023.

GAZEWOOD J, D Richards, K: **Doença de Parkinson: uma atualização**. Médico de Família Americano 87(4), 267-273 (2013). Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24389262/>>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

GRIMES, J.: **“Virtual reality 91 anticipates future reality”**, IEEE Computer Graphics & Applications, pp. 81-82, November, 1991. Disponível em: <<https://manufatura-inteligente.com.br/excelente-artigo-sobre-realidade-virtual-vale-pena-ler/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

GULCAN, K. *et al.*, **The effects of augmented and virtual reality gait training on balance and gait in patients with Parkinson’s disease**. Acta Neurol Belg 123, 1917–1925 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13760-022-02147-0>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

HAO F. *et al.*, **Reabilitação de realidade virtual versus fisioterapia convencional para melhorar o equilíbrio e a marcha em pacientes com doença de Parkinson: um ensaio clínico randomizado**. Pesquisa Clínica. 05 de junho de 2019. DOI: 10.12659/MSM.916455. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

HAYES MT. **Parkinson’s Disease and Parkinsonism**. Am J Med. 2019;132(7):802-7. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.03.001>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/reben/a/TkJdQZB3L7SQ5m8BsVnbpkG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

HORAK FB, Nutt JG, Nashner LM. **Postural inflexibility in parkinsonian subjects**. J Neurol Sci 1992; 111:46e58. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26279172/>>. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

INCHAUSPE RM. **A eficácia do uso de videogames e programas Baseados em software para educação e autogestão da asma para Crianças e adolescentes**. Fisioterapia em Movimento, v. 34, 2021. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

IRUTHAYARAJAH J, McIntyre A, Cotoi A, et al. **Efeito da realidade virtual no controle postural e de equilíbrio em pacientes com acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática da literatura**. Jogos Saúde J 2016. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

JERALD, J. *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool, 2016. Disponível: <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/187142.pdf>. Acesso: 01 de setembro de 2023.

JUNG H.H. *et al.*, **Alterações da contribuição muscular Relativa induzidas pela hemiplegia: marchas retas e giratórias**. *Int J Precis Eng Manuf*. 2015;16(10):2219–2227. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

KLEINER A. *et al.*, **The Parkinsonian Gait Spatiotemporal Parameters Quantified by a Single Inertial Sensor before and after Automated Mechanical Peripheral Stimulation Treatment**. *Parkinson's Dis* 2015; 2015:390512 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/GGgV4qtNCxBdKvQmZMT5PNm/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

LACKNER, J. R. **“Motion sickness: more than nausea and vomiting,”** *Experimental Brain Research*, vol. 232, no. 8, pp. 2493–2510, Aug 2014. [Online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00221014-4008-8>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.

LACONO, D. *et al.*, **Parkinson disease and incidental Lewy body disease: Just a question of time?** *Neurology*, v. 85, n. 19, p. 1670-1679, 2015. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

LAVIOLA, J. J. Jr., **“A discussion of cybersickness in virtual environments,”** *SIGCHI Bull.*, vol. 32, no. 1, pp. 47–56, Jan. 2000. [Online]. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/333329.333344>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.

LEANDRO LA, Teive HAG. **Fatores associados ao desempenho funcional de idosos portadores da Doença de Parkinson**. *Rev Kairós Gerontol*. 2017;20(2):161-78. <https://doi.org/10.23925/2176-901X.2017v20i2p161-178>.

LEWIS G.N, Rosie JA. **Jogos de realidade virtual para reabilitação motora em condições neurológicas: como atendemos às necessidades e expectativas dos usuários?** *Disabil Rehabil* 2012;34(22):1880-6. Acesso: 15 de agosto de 2023.

LIAO, Y.-Y. *et al.* **Factors influencing obstacle crossing performance in patients with Parkinson's disease**. *PLoS One*, v. 9, 2014. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084245>. Acesso em: 14 nov. 2023.

MACPHEE G, D Stewart: **doença de Parkinson**. *Resenhas em Gerontologia Clínica* 11, 33-49 (2001). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24389262/> Acesso em: 18 de setembro de 2023.

MOHAMAD AB, Baharum N. **Um guia simplificado para determinação dos requisitos de tamanho de amostra para estimar o valor do coeficiente de correlação intraclasse: uma revisão.** Arch Orofac Sci 2017;12(01): 1–11. Doi: 10.1590/1809-9823.2015.14004. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

MONTEIRO, D. *et al.*, **Relação entre disfagia e tipos clínicos na doença de Parkinson.** Revista CEFAC, Campinas, v. 16, n. 2, p. 620-627, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rcefac/a/mnkrL7vfpGCwtVGCb8qjHCb/abstract/?lang=pt>>. Acesso: 12 de setembro de 2023.

MORAES EN, Moraes FL. **Avaliação Multidimensional do Idoso.** 5.ed. Belo Horizonte: Folium, 2016. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

MIRELMAN A, Mandai I, Deutsch JE. **Realidade virtual e imagens motoras: ferramentas promissoras para avaliação e terapia na doença de Parkinson.** Distúrbios do Movimento 2013. Acesso em: 21 de agosto de 2023.

NIEUWBOER A, Giladi N. **Caracterizando o congelamento da marcha na doença de Parkinson: modelos de um fenômeno episódico.** Desordem Mov. 2013. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

OLIVEIRA AA, Schuch C. **Realidade virtual: aplicações para Reabilitação e saúde mental.** Vetor Editora, 2021. Disponível em: <https://www.vetoreditora.com.br/produto/realidade-virtual-aplicacoes-para-reabilitacao-e-saude-mental-70698>. Acesso: 19 de agosto de 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU **Cúpula da ONU discute envelhecimento populacional e desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/cupula-da-onu-discute-envelhecimento-populacional-e-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso: 12 de setembro de 2023.

ORTEGA, J. S. *et al.* **Avaliação da Marcha, Equilíbrio e Qualidade de Vida em Indivíduos com Doença de Parkinson submetidos ao tratamento por meio de Hidroterapia.** Movimento e Saúde – Revista Inspirar, v. 6, n. 4, 2014. Disponível em: <http://inspirar.com.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo355-31-2014.pdf>. Acesso em: 26 de agosto 2023.

PEBALL M, Mahlkecht P, Werkmann M. **Prevalence and associated factors of sarcopenia and frailty in parkinson's disease: a cross-sectional study.** Gerontology. 2019; 65:216-28., <https://doi.org/10.1159/00049257>. Acesso em: 06 de agosto de 2023.

PENTEADO, S.: **“O mundo da quinta dimensão”**, Informática Exame, pp. 55-60, n. 111, junho, 1995. Acesso em: 04 de agosto de 2023.

PETERNELLA, F. M. N.; Marcon, S. S. **Descobrimo a Doença de Parkinson: impacto para o parkinsoniano e seu familiar**. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, v. 62, n. 1, p. 25-31, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/reben/a/Nstnk4fg8cmGyjft5RgNxDK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 12 de setembro de 2023

PINHEIRO, J. E. S.; Barbosa, M. T. **Doença de Parkinson e Outros Distúrbios do Movimento em Idosos**. Tratado de Geriatria e Gerontologia. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. p. 360-370. Acesso em: 04 de agosto de 2023.

PAGE, MJ *et al.* The PRISMA 2020 **statement: an updated guideline for reporting systematic reviews**. BMJ, 2021;372: n71. doi: 10.1136/bmj. n71. Acesso em: 06 de agosto de 2023.

ROCHESTER L. *et al.*, **Does audi-tory rhythmical cueing improve gait in people with Parkinson’s disease and cognitive impairment? A feasibility study**. Mov Disord 2009;24(6):839-45. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbce/a/GGgV4qtNCxBdKvQmZMT5PNm/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

SHIN, You SH. *et al.* **Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study**. Stroke, v. 36, n. 6, p. 1166-1171, 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15890990/>>.

SKARBEZ R, Brooks Jr FP, Whitton M. **Uma pesquisa de presença e conceitos relacionados**. ACM Comput Surv 2018 Jan 12;50(6):1-39. [Doi: 10.1145/3134301]. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

TARAKCI D. *et al.*, **Efeitos dos videogames Nintendo Wii-Fit no equilíbrio em crianças com paralisia cerebral leve**. Pediatr Int 2016. Acesso em: 15 agosto de 2023.

TAKAKUSAKI K. **Neuroanatomia funcional para postura e marcha trol**. Desordem J Mov. 2017. Acesso em: 15 de setembro de 2023.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. São Paulo: Editora SBC, 2006.

VAN D.M. *et al.*, **Exergames para treinamento de equilíbrio de idosos: estado da arte e desenvolvimentos futuros.** J Neuroeng Reabilitação 2013. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

VETRANO D.L. *et al.*, **Sarcopenia in Parkinson disease: comparison of different criteria and association with disease severity.** J Am Med Dir Assoc. 2018;19(6):523-27. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.12.005>. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29396191/>>. Acesso em: 05 de agosto de 2023.

WEN-CHIEH Y. *et al.*, **Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial,** Journal of the Formosan Medical Association, Volume 115, Issue 9, 2016, <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2015.07.012>. Acesso em: 15 de setembro de 2023.

WERNECK, Antonio Luiz. **Doença de Parkinson: Etiopatogenia, clínica e terapêutica.** Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto, v. 9, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/9026>>. Acesso: 10 de agosto de 2023. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

WUEST S, Borghese NA, Pirovano M. **Usabilidade e efeitos de um programa de treinamento de equilíbrio baseado em exergame.** Jogos Saúde J 2014; 3:106–114. Acesso em: 15 de setembro de 2023.