



DOI: <https://doi.org/10.58871/ed.academic18092023.46.v3>

**APLICABILIDADE DE JOGOS SÉRIOS NA REABILITAÇÃO DE PACIENTES
COM ESCLEROSE MÚLTIPLA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**APPLICABILITY OF SERIOUS GAMES IN THE REHABILITATION OF
PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS: A LITERATURE REVIEW**

RHAMON ASAFE DA SILVA COSTA

Graduando em Fisioterapia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar

MARIA GISLENE SANTOS SILVA

Doutoranda em Biotecnologia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar

ANA CRISTINA VIEIRA DA COSTA

Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar

NOELI AQUINO DA CRUZ

Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar

ARIEL SOARES TELES

Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal do Maranhão-IFMA

VICTOR HUGO DO VALE BASTOS

Doutor em Psiquiatria e Saúde Mental, Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar

SILMAR SILVA TEIXIERA

Doutor em Saúde Mental, Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar

RESUMO

Objetivo: Compreender a aplicabilidade dos jogos sérios no tratamento de pacientes com esclerose múltipla. **Metodologia:** Esta revisão integrativa da literatura empregou os indexadores eletrônicos PubMed, Scopus e IEEE. Foram incluídos estudos experimentais, relatos de caso, revisões e metanálises publicados nos últimos 10 anos, em qualquer idioma, desde que estivessem relacionados à aplicabilidade de jogos sérios em pacientes com esclerose múltipla. Foram excluídas teses, dissertações, resenha de livros, anais de congressos e trabalhos não relacionados a temática. **Resultados e Discussão:** Os estudos analisados demonstraram que os jogos sérios são eficazes na reabilitação de pacientes com esclerose múltipla nos seguintes domínios: marcha, cognição, motricidade fina e grossa, equilíbrio, adesão ao tratamento e na qualidade de vida. Esses jogos são altamente aplicáveis, recriando situações cotidianas em um ambiente seguro e podem ser personalizados de acordo com as necessidades individuais dos pacientes. Ademais, quando combinados com a terapia convencional, os jogos sérios potencializam os resultados, especialmente no que diz respeito ao equilíbrio, marcha e testes



funcionais. **Considerações finais:** O uso de jogos sérios na reabilitação de pacientes com esclerose múltipla é uma alternativa de baixo custo que oferece benefícios significativos. Este campo inovador de reabilitação merece atenção e investimento contínuos, à medida que evidencia seu potencial para melhorar a qualidade de vida desses pacientes.

Palavras-chave: Jogos Eletrônicos de Movimento; Reabilitação; Esclerose múltipla.

ABSTRACT

Objective: To understand the applicability of serious games in the treatment of patients with multiple sclerosis. **Methodology:** This integrative literature review employed the electronic indexes PubMed, Scopus, and IEEE. We included experimental studies, case reports, reviews, and meta-analyses published in the last 10 years, in any language, if they were related to the applicability of serious games in patients with multiple sclerosis. Theses, dissertations, book reviews, conference proceedings, and unrelated works were excluded. **Results and Discussion:** The analyzed studies demonstrated that serious games are effective in rehabilitating patients with multiple sclerosis in the following domains: gait, cognition, fine and gross motor skills, balance, treatment adherence, and quality of life. These games are highly applicable, recreating everyday situations in a safe environment, and can be customized to individual patient needs. Furthermore, when combined with conventional therapy, serious games enhance outcomes, especially regarding balance, gait, and functional tests. **Conclusion:** The use of serious games in the rehabilitation of patients with multiple sclerosis is a cost-effective alternative that offers significant benefits. This innovative field of rehabilitation deserves continuous attention and investment, as it demonstrates its potential to improve the quality of life of these patients.

Keywords: Exergaming; Rehabilitation; Multiple sclerosis.

1. INTRODUÇÃO

A esclerose múltipla (EM) é uma afecção caracterizada por sua natureza neuroinflamatória e neurodegenerativa, que compromete o sistema nervoso central (SNC). Esta patologia manifesta-se através da interrupção contínua das vias estruturais cerebrais, comprometendo um sistema que depende intrinsecamente de conexões estruturais e funcionais entre diversas regiões cerebrais (SCHOONHEIM *et al.*, 2022). A marca patológica da EM consiste em placas desmielinizadas focais no SNC, com variáveis graus de inflamação, gliose e neurodegeneração. Sendo identificada por uma ampla gama de sintomas e padrões de progressão, que impactam significativamente a qualidade de vida desses pacientes (MARCOS-ANTÓN *et al.*, 2023).

Os sintomas da EM variam conforme a localização e gravidade das lesões que ocorrem no SNC. Entre esses sintomas, destacam-se fadiga, distúrbios visuais, alterações no equilíbrio e na coordenação, espasticidade, distúrbios de sensibilidade, distúrbios cognitivos e emocionais (HAUSER *et al.*, 2020). Em estágios mais avançados, a doença atua de forma disseminada, ocorrendo múltiplas lesões no encéfalo e na medula espinhal, dessa maneira, os sintomas são



mais graves, ocasionando disfagia, comprometimento dos membros superiores e paralisia total dos membros inferiores. Embora as causas da EM ainda sejam desconhecidas, acredita-se que uma desregulação imunológica, desencadeada por diversos fatores ambientais e genéticos, possa desempenhar um papel fundamental na resposta imune (SILVA *et al.*, 2020).

Considerando a diversidade e gravidade dos sintomas da esclerose múltipla descritos anteriormente, é imperativo investigar as modalidades terapêuticas disponíveis. As abordagens de tratamento atualmente reconhecidas podem ser categorizadas em métodos tradicionais e aqueles fundamentados em tecnologias computacionais (DONZÉ *et al.*, 2023). A fisioterapia convencional é geralmente prescrita por um longo período, que por vezes causam desmotivação e desinteresse nos pacientes, podendo levar ao abandono do tratamento precocemente (SARAGIH *et al.*, 2022).

Embora os tratamentos convencionais tenham demonstrado benefícios significativos na reabilitação, novas tecnologias estão emergindo e oferecendo maneiras mais eficazes para gerenciar esses sintomas (DONZÉ *et al.*, 2023). Em especial, os jogos sérios vêm sendo utilizados pelos profissionais da saúde como uma alternativa para auxiliar na recuperação funcional de inúmeras doenças (FITZGERALD *et al.*, 2020). Os jogos sérios estabelecem ambientes digitais agradáveis e satisfatórios que empregam estratégias de *feedback* para motivar os pacientes a executarem seus exercícios, mantendo-os engajados e motivados a prosseguir com o tratamento (BARBOSA *et al.*, 2022).

Os jogos também ofertam formas de monitorização no tratamento de pacientes com doenças neurológicas, atendendo ao conceito de interação homem-máquina e auxiliando no desenvolvimento cognitivo, pois estimula o cérebro e promove a aquisição de conhecimentos (SARDI *et al.*, 2017). Dentro da categoria mais ampla de jogos sérios, uma subcategoria que merece atenção especial no contexto da reabilitação e saúde é a dos *exergames*. Esses jogos interativos fazem uso de sensores de movimento e interfaces intuitivas, incentivando os participantes a se engajarem em atividades físicas de forma lúdica e envolvente (OZDOGAR *et al.*, 2020; OZDOGAR *et al.*, 2023).

Outrossim, a realidade virtual (RV) empregada nos jogos sérios e nos *exergames* desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de habilidades cognitivas. A RV visa aprimorar a memória de trabalho, a atenção visual e a velocidade de processamento, contribuindo assim para a melhora das capacidades cognitivas dos jogadores (ANWAR *et al.*, 2022). Essa combinação de elementos torna os *exergames* uma ferramenta promissora não apenas para a reabilitação física, mas também para o desenvolvimento cognitivo em pacientes com condições neurológicas (SARDI *et al.*, 2017).



Assim, os jogos se destacam como uma alternativa mais envolvente em relação à fisioterapia convencional, indo além do entretenimento ao substituir os sistemas de recompensa e motivação por incentivos do mundo real que complementam as atividades de reabilitação (SHAHMORADI *et al.*, 2022). Ademais, eles têm a capacidade de incentivar o paciente a realizar voluntariamente repetições suficientes das atividades, assegurando, desse modo, que a aprendizagem ocorra (CASERMAN *et al.*, 2020). Diante disso, o objetivo do presente estudo foi compreender a aplicabilidade dos jogos sérios no tratamento de pacientes com esclerose múltipla.

2. MÉTODO

O presente trabalho constituiu-se de uma revisão de literatura, de natureza descritivo qualitativa. O método desta pesquisa consiste em uma ampla abordagem com rigor metodológico, no qual foram combinados dados de estudos para sintetização dos resultados obtidos acerca de pesquisas disponíveis sobre determinada temática (SOUZA *et al.*, 2010). A busca foi realizada no período de agosto de 2023, por meio de pesquisas nos indexadores eletrônicos PubMed, Scopus e IEEE. Foram utilizados os termos descritores (*“Multiple Sclerosis” OR “Disseminated Sclerosis” OR “MS (Multiple Sclerosis)” AND “Virtual Rehabilitation” OR “Virtual Rehabilitations” OR Exergaming OR Exergamings OR “Active-Video Gaming” OR “Active Video Gaming” OR “Active-Video Gamings” OR “Virtual Reality Exercise” OR “Virtual Reality Exercises” OR Exergames OR Exergame OR “serious game” AND Rehabilitation OR “Exercise Therapy” OR “Rehabilitation Exercise” OR “Rehabilitation Exercises”*).

Foram incluídos estudos experimentais, relatos de caso, revisões e metanálises publicados nos últimos 10 anos, em qualquer idioma, desde que estivessem relacionados à aplicabilidade de jogos sérios em pacientes com esclerose múltipla. Foram excluídas teses, dissertações, resenha de livros, anais de congressos e trabalhos não relacionados a temática. A análise teve como finalidade realizar uma integração interpretativa de achados qualitativos, compondo uma síntese para a compreensão dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 79 artigos nas bases de dados. Destes, 9 foram excluídos por duplicação, 58 não atenderam aos critérios de seleção e 12 foram incluídos de acordo com os

critérios preestabelecidos (Figura 1). A maioria dos estudos era composta por ensaios clínicos randomizados. Os detalhes dos artigos selecionados para análise estão resumidos na Tabela 1.

Figura 1- Fluxograma da busca e seleção dos artigos

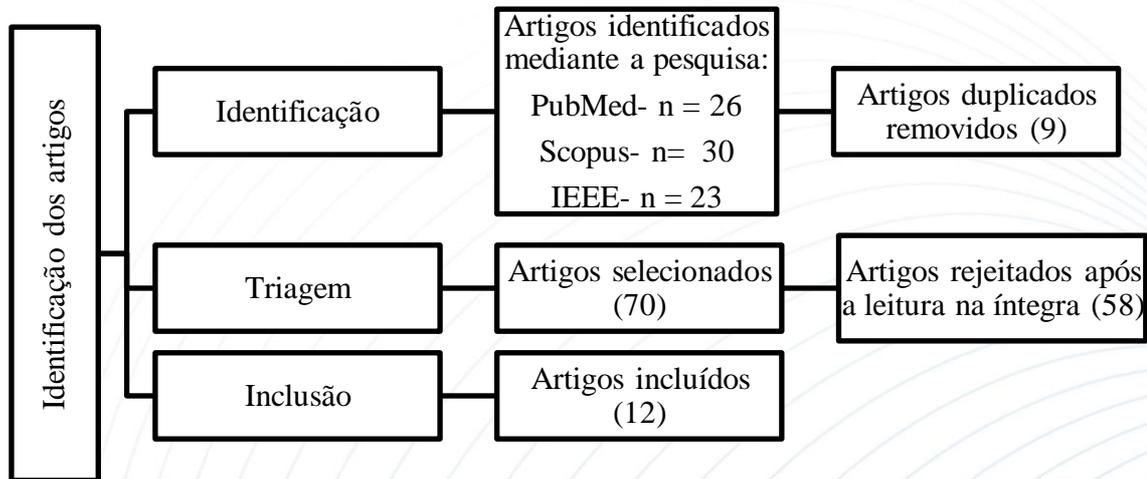


Tabela 1 - Publicações utilizadas para a análise e discussão dos resultados

Autor	Título	Tipo de estudo	Objetivo	Conclusão
KRAMER; DETTMER; GRUBER, 2014	<i>Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training</i>	Experimental	Avaliar a eficácia e adesão a um programa de <i>exergame</i> para treinamento de equilíbrio com demandas posturais adicionais em pacientes com esclerose múltipla.	Jogar <i>exergames</i> em superfície instável parece ser uma forma eficaz de melhorar o equilíbrio e a marcha em pacientes com EM, especialmente em situações que envolvem dupla tarefa. A integração de <i>exergames</i> parece ter um efeito positivo na adesão e é, portanto, potencialmente benéfica para a eficácia a longo prazo dos programas de reabilitação.
LOZANO- QUILIS <i>et al.</i> , 2014	<i>Virtual rehabilitation for multiple sclerosis using a kinect-based system: randomized controlled trial</i>	Experimental	Apresentar um sistema baseado em <i>Kinect</i> que utiliza a RV e interfaces naturais de usuário para oferecer aos pacientes com EM uma forma intuitiva e motivadora de realizar diversos exercícios de reabilitação.	Um sistema baseado em <i>Kinect</i> representa uma alternativa motivacional e eficaz à reabilitação convencional para pacientes com EM.



PERUZZI <i>et al.</i> , 2015	<i>Treadmill-virtual reality combined training program to improve gait in multiple sclerosis individuals</i>	Experimental	Investigar os efeitos de dois tipos de intervenções intensivas baseadas na RV em esteira na marcha de indivíduos com EM	Caminhada na esteira com uso de RV pode melhorar significativamente o desempenho da marcha em indivíduos com EM.
JONSDOTT IR <i>et al.</i> , 2018	<i>Serious games for arm rehabilitation of persons with multiple sclerosis. A randomized controlled pilot study</i>	Experimental	Investigar a viabilidade e evidências da eficácia de uma plataforma de jogos sérios em comparação com <i>exergame</i> usando o <i>Wii</i> para reabilitação do braço em pacientes com EM.	A realidade virtual numa abordagem de jogo sério foi viável e benéfica à função dos braços em pessoas com EM, mas os aspectos motivacionais da abordagem podem necessitar de mais atenção.
JONSDOTT IR <i>et al.</i> , 2019	<i>Unilateral arm rehabilitation for persons with multiple sclerosis using serious games in a virtual reality approach: Bilateral treatment effect?</i>	Experimental	Avaliar a viabilidade e eficácia de uma abordagem de jogos sérios para a reabilitação supervisionada do membro superior mais afetado em pessoas com EM e o efeito cruzado para o membro não tratado.	A intervenção com o jogo utilizando a realidade virtual, influenciou positivamente a recuperação do braço em pessoas com sintomas moderados e graves. Ocorreu a melhora principalmente do braço tratado, mas com efeitos positivos no braço não tratado.
KALRON <i>et al.</i> , 2019	<i>Virtual reality training to improve upper limb motor function in multiple sclerosis: A feasibility study</i>	Experimental	Verificar a segurança e a viabilidade do treinamento motor e cognitivo com o uso do dispositivo <i>Oculus-rift</i> em pacientes com EM.	O <i>software</i> foi considerado seguro, divertido e simples na compreensão e na execução.
CUESTA-GÓMEZ <i>et al.</i> , 2020	<i>Effects of virtual reality associated with serious games for upper limb rehabilitation in patients with multiple sclerosis: randomized controlled trial</i>	Experimental	Avaliar a eficácia dos jogos sérios desenvolvidos que fazem uso do <i>Leap Motion Controller</i> como principal interface de usuário para melhorar a força muscular de preensão dos membros superiores, destreza, fadiga, qualidade de vida, satisfação e adesão.	Um jogo sério utilizando um sensor que capta o movimento dos antebraços e das mãos do paciente (<i>Leap Motion Controller</i>) na reabilitação de membros superiores mostrou melhorias na destreza motora grossa unilateral, fina e coordenação em pacientes com EM com alta satisfação e excelente adesão.
MOLHEMI <i>et al.</i> , 2020	<i>Effects of virtual reality vs conventional balance training on balance and falls in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial</i>	Experimental	Avaliar a eficácia do treinamento de equilíbrio baseado em RV versus a reabilitação convencional na melhora do equilíbrio e redução de quedas em pacientes com EM.	O treinamento baseado em RV foi mais eficaz na melhora da função cognitivo e motora e na redução de quedas, enquanto os exercícios convencionais levaram a um melhor controle direcional.
OZDOGAR <i>et al.</i> , 2020	<i>Effect of video-based exergaming on arm and cognitive function in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial</i>	Experimental	Investigar o efeito do <i>exergame</i> baseado em vídeo nos membros superiores, na função cognitiva, na estabilidade central, caminhada, depressão, fadiga e qualidade de vida.	O <i>exergame</i> baseado em vídeo é quase tão eficaz quanto a reabilitação convencional na redução dos sintomas avaliados.



YAZGAN et al., 2020	<i>Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial</i>	Experimental	Investigar e comparar os efeitos do treinamento físico com dois sistemas de <i>exergames</i> diferentes no equilíbrio, funcionalidade, fadiga e qualidade de vida em pacientes com EM.	Em comparação com nenhuma intervenção, o <i>exergame</i> com <i>Nintendo Wii Fit e Balance Trainer</i> melhora o equilíbrio, aumenta a funcionalidade, reduz a gravidade da fadiga e aumenta a qualidade de vida em pessoas com EM
CALAFIOR E et al., 2021	<i>Efficacy of virtual reality and exergaming in improving balance in patients with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis</i>	Revisão sistemática	Avaliar a eficácia dos <i>exergames</i> e da RV em comparação com a reabilitação convencional na melhora do equilíbrio em pacientes acometidos pela EM.	As intervenções de reabilitação utilizando <i>exergames</i> e RV parecem ser mais eficazes do que a reabilitação convencional para melhorar o equilíbrio em pacientes com EM.
OZDOGAR et al., 2023	<i>Effect of exergaming in people with restless legs syndrome with multiple sclerosis: A single-blind randomized controlled trial</i>	Experimental	Investigar os efeitos de <i>exergames</i> em pacientes com EM com síndrome das pernas inquietas.	O treinamento com <i>exergames</i> pode reduzir a gravidade da síndrome das pernas inquietas. O <i>exergame</i> manteve seu efeito durante 8 semanas, além de apresentar melhora na ansiedade, qualidade do sono, marcha, equilíbrio.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A partir da análise dos artigos selecionados fica evidente que a utilização de jogos sérios está sendo cada vez mais estudada e utilizada na reabilitação de pacientes com esclerose múltipla. É importante ressaltar que os jogos sérios não foram concebidos como substitutos da reabilitação convencional, mas sim como uma ferramenta de suporte que pode ser utilizada de maneira independente ou em conjunto com outras técnicas e abordagens (SHARIFZADEH *et al.*, 2020). A presença de jogos que incorporam a tecnologia de realidade virtual em pacientes com EM tem se mostrado promissora, uma vez que pode evocar respostas cerebrais que se assemelham à interação do mundo real, proporcionando um ambiente seguro e controlado (CALAFIORE *et al.*, 2021).

O estudo conduzido por Cuesta-Gómez *et al.* (2020), selecionaram pacientes com EM que apresentavam incapacidade moderada. A abordagem envolveu a utilização de seis jogos sérios (*Piano Game, Reach Game, Sequence Game, Grasp Game, Pinch Game* e o *Game Flip*) que simulavam exercícios e movimentos comuns na reabilitação convencional, e para rastrear os movimentos dos membros superiores, foi empregado o sensor *Leap Motion*. Uma característica notável desses jogos foi a capacidade de personalização com base na facilidade de execução do paciente, permitindo ajustar o nível de dificuldade conforme necessário. Os resultados revelaram melhorias significativas na destreza manual e melhora na coordenação.



Essas descobertas sugerem que a integração de jogos sérios como parte do tratamento de reabilitação pode ser uma estratégia eficaz para aprimorar a funcionalidade e a qualidade de vida desses pacientes.

De maneira semelhante, JONSDOTTIR et al. (2018), utilizaram seis jogos da plataforma Rehab@Home que foram aplicados com um aumento gradual de dificuldade, focando na reabilitação dos membros superiores. As metas incluíam melhoras na coordenação motora, na velocidade e no tempo de reação, bem como na coordenação olho mão e na percepção espacial. Depois de 12 sessões, notou-se progresso considerável na destreza dos participantes. Este resultado reforça a crescente evidência de que as técnicas que incorporam a RV têm demonstrado impactos positivos na recuperação de pacientes com EM, sobretudo aqueles com sintomas moderados a graves (OZDOGAR et al., 2023). Ademais, essas abordagens não apenas promovem melhorias no membro afetado, mas também evidenciam relevância clínica no membro não tratado (JONSDOTTIR et al., 2018; JONSDOTTIR et al., 2019).

Além disso, pacientes com EM podem apresentar alterações posturais. Por meio de sessões que utilizam jogos sérios, concebidos para simular exercícios físicos e tarefas de dupla tarefa, foi possível constatar melhora no equilíbrio e na postura, mesmo em superfícies instáveis (KRAMER; DETTMERS; GRUBER, 2014). Lozano-Quilis et al. (2014) também contribuíram para essa linha de pesquisa ao utilizar o *software RemoviEM* para incorporar três jogos sérios em pacientes com EM. O primeiro deles, chamado *TouchBall*, foi projetado para aprimorar o equilíbrio, a transferência de peso e os movimentos laterais do tronco. Em seguida, o jogo *TakeBall* enfocava as diagonais propostas por *Kabat*, fundamentais na reabilitação funcional de pacientes com distúrbios neurológicos. Por fim, o *StepBall* visava reforçar tanto o equilíbrio quanto a transferência de peso, além de aprimorar os movimentos laterais em apoio unipodal. Através dessas intervenções, tornou-se evidente que o uso do *RemoviEM*, com o auxílio da RV, representa uma alternativa eficaz em relação à reabilitação convencional. Esses resultados encorajam a exploração de novos métodos para aprimorar ainda mais os sistemas existentes, introduzindo novos exercícios destinados à reabilitação funcional.

Ao comparar os jogos com RV com o tratamento conservador no contexto do equilíbrio, os estudos indicam melhorias em ambos os tratamentos. A escolha entre esses métodos deve ser cuidadosamente considerada, levando em conta as necessidades individuais de cada paciente. A RV, por exemplo, demonstrou benefícios notáveis na função cognitiva e motora e na redução de quedas, enquanto a abordagem convencional se destacou no aprimoramento do controle direcional. Combinar ambas as terapias têm revelado resultados promissores não



apenas no que diz respeito ao equilíbrio, mas também na marcha e nos testes funcionais (MOLHEMI *et al.*, 2020; CALAFIORE *et al.*, 2021; YAZGAN *et al.*, 2020; PERUZZI *et al.*, 2015).

Os jogos sérios podem ser integrados de várias formas para a redução de sintomas em pacientes com EM, incorporando uma variedade de tarefas que contribuem para a segurança desses indivíduos durante a realização das atividades prescritas. Isso não apenas facilita a compreensão das tarefas propostas, mas também oferece desafios que estimulam os pacientes. (KALRON *et al.*, 2019). Dessa forma, os jogos sérios oferecem uma promissora abordagem complementar à reabilitação de pacientes com EM, apresentando resultados encorajadores em diversas áreas, incluindo equilíbrio, função motora, cognição e adesão ao tratamento (OZDOGAR *et al.*, 2020). A continuação das pesquisas e o desenvolvimento de novos jogos são essenciais para maximizar os benefícios dessa abordagem inovadora na melhoria da qualidade de vida desses pacientes (KALRON *et al.*, 2019). Assim, torna-se essencial explorar a adoção de inovações tecnológicas para avançar nos métodos de reabilitação de indivíduos com distúrbios neurológicos, destacando-se a esclerose múltipla.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de jogos na reabilitação como uma alternativa de baixo custo é uma solução relevante que pode permitir que pacientes com EM, realizem a reabilitação sem que ocorra uma diminuição ou ausência de adesão aos programas de exercícios recomendados. Adicionalmente, essa abordagem pode tornar o processo de reabilitação mais envolvente e agradável, potencialmente resultando em melhores resultados a longo prazo. A crescente pesquisa e desenvolvimento de jogos sérios na área da saúde oferecem uma perspectiva promissora para aprimorar a qualidade de vida e a funcionalidade dos pacientes com distúrbios neurológicos, representando um campo em constante evolução que merece atenção contínua e investimento.

REFERÊNCIAS

- ANWAR, N. et al. Virtual reality training using Nintendo wii games for patients with stroke: Randomized controlled trial. **JMIR Serious Games**, v. 10, n. 2, p. e29830, 2022.
- BARBOSA, G. S. et al. APLICABILIDADE DA TI ATRAVÉS DE JOGOS ELETRÔNICOS (SERIOUS GAMES) VOLTADO PARA O TRATAMENTO DE DOENÇAS. **Revista Científica e-Locução**, v. 21, pág. 18-18, 2022.



CASERMAN, P. et al. Quality criteria for serious games: serious part, game part, and balance. **JMIR serious games**, v. 8, n. 3, p. e19037, 2020.

CALAFIORE, D. et al. Efficacy of Virtual Reality and Exergaming in Improving Balance in Patients With Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Neurology**, v. 12, 2021.

CUESTA-GÓMEZ, A. et al. Effects of virtual reality associated with serious games for upper limb rehabilitation in patients with multiple sclerosis: randomized controlled trial. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 17, n. 1, 2020.

DONZÉ, C.; MASSOT, C. Rehabilitation in multiple sclerosis in 2021. **La Presse Médicale**, v. 50, n. 2, p. 104066, 2021.

FITZGERALD, M; RATCLIFFE, G. Serious games, gamification, and serious mental illness: a scoping review. **Psychiatric Services**, v. 71, n. 2, p. 170-183, 2020.

GARCÍA-MUÑOZ, C. et al. Immersive virtual reality and vestibular rehabilitation in multiple sclerosis: case report. **JMIR Serious Games**, v. 10, n. 1, p. e31020, 2022.

HAUSER, S. L.; CREE, B. A.C. Treatment of multiple sclerosis: a review. *The American journal of medicine*, v. 133, n. 12, p. 1380-1390. e2, 2020.

JONSDOTTIR, J. et al. Serious games for arm rehabilitation of persons with multiple sclerosis. A randomized controlled pilot study. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 19, p. 25–29, 2018.

JONSDOTTIR, J. et al. Unilateral arm rehabilitation for persons with multiple sclerosis using serious games in a virtual reality approach: Bilateral treatment effect? **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 35, p. 76–82, 2019.

KALRON, A.; LEVY, M.; FRID, L.; AHIRON, A. Virtual reality training to improve upper limb motor function in multiple sclerosis: A feasibility study. **International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR). IEEE**. p. 1-2, 2019

KRAMER, A.; DETTMERS, C.; GRUBER, M. Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 95, n. 10, p. 1803–1809, 2014.

LOZANO-QUILIS, J. A. et al. Virtual Rehabilitation for Multiple Sclerosis Using a Kinect-Based System: Randomized Controlled Trial. **JMIR Serious Games**, v. 2, n. 2, p. e12, 2014.

MARCOS-ANTÓN, S. et al. sEMG-controlled forearm bracelet and serious game-based rehabilitation for training manual dexterity in people with multiple sclerosis: a randomised controlled trial. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 20, n. 1, p. 1-18, 2023.



MOLHEMI, F. et al. Effects of Virtual Reality versus Conventional Balance Training on Balance and Falls in People with Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2020.

OZDOGAR, A. T. et al. Effect of exergaming in people with restless legs syndrome with multiple sclerosis: A single-blind randomized controlled trial. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 70, p. 104480, 2023.

OZDOGAR, A. T. et al. Effect of video-based exergaming on arm and cognitive function in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 40, p. 101966, 2020.

PERUZZI, A. et al. Treadmill-virtual reality combined training program to improve gait in multiple sclerosis individuals. **International Conference on Virtual Rehabilitation**. IEEE, p. 18-23, 2015.

SARAGIH, I.D.; EVERARD, G.; LEE, B. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials on the effect of serious games on people with dementia. **Ageing Research Reviews**, p. 101740, 2022.

SARDI, L.; IDRI, A.; FERNÁNDEZ-ALEMÁN, J.L. A systematic review of gamification in e-Health. **Journal of biomedical informatics**, v. 71, p. 31-48, 2017.

SILVA, J.G.; PEZZINI, M.F.; POETA, J. Avanços no tratamento da esclerose múltipla através do anticorpo monoclonal Ocrelizumabe. *Medicina (Ribeirão Preto)*, v. 53, n. 1, p. 35-41, 2020.

SCHOONHEIM, M.M.; BROEDERS, T. AA; GEURTS, J.J.G. The network collapse in multiple sclerosis: An overview of novel concepts to address disease dynamics. **NeuroImage: Clinical**, p. 103108, 2022.

SHAHMORADI, L. et al. A systematic review on serious games in attention rehabilitation and their effects. **Behavioural neurology**, v. 2022, 2022.

SHARIFZADEH, N. et al. Health education serious games targeting health care providers, patients, and public health users: scoping review. **JMIR serious games**, v. 8, n. 1, p. e13459, 2020.

SOUZA, M. T. de et al. Integrative review: what is it? How to do it? *Einstein (São Paulo)*, v. 8, p. 102-106, 2010.

YAZGAN, Y. Z. et al. Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 39, p. 101902, 2020.