

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS  
ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Crisley da Silva Guenin<sup>1</sup>, Beatriz Cristina de Freitas<sup>2</sup>

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa<sup>3</sup>

**Destaques:** (1). A Realidade Virtual é uma abordagem inovadora para tratar a dor do membro fantasma. (2). A Realidade Virtual pode colaborar para melhorar a qualidade de vida dos pacientes. (3). A diferente gama de protocolos analisados dificulta a comparação dos resultados. (4). As evidências que sugerem a redução da dor precisam de metodologias de estudo robustas.

PRE-PROOF

(as accepted)

Esta é uma versão preliminar e não editada de um manuscrito que foi aceito para publicação na Revista Contexto & Saúde. Como um serviço aos nossos leitores, estamos disponibilizando esta versão inicial do manuscrito, conforme aceita. O artigo ainda passará por revisão, formatação e aprovação pelos autores antes de ser publicado em sua forma final.

<http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2026.51.16944>

Como citar:

Guenin C da S, de Freitas BC, da Costa RMEM. Sistemas baseados em realidade virtual e seus resultados analgésicos no tratamento da dor do membro fantasma: uma revisão de escopo. Rev. Contexto & Saúde. 2026;26(51):e16944

---

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0006-9655-6127>

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-3042-4192>

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0001-6165-1649>

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

### RESUMO

**Objetivo:** Sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre o tratamento com Realidade Virtual na dor do membro fantasma e seus resultados no quadro algico. **Método:** Esta Revisão de Escopo foi conduzida segundo as diretrizes do Instituto Joanna Briggs (JBI) e as instruções da iniciativa PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews). A pesquisa foi realizada em 5 bases de dados e em fontes de estudos não publicados e de literatura cinzenta, a seleção foi realizada por dois pesquisadores independentes e obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: artigos primários completos, gratuitos, sem restrição temporal, de idiomas ou de país, que aplicaram realidade virtual em adultos amputados com dor fantasma. Os resultados foram analisados qualitativamente quanto ao desfecho de interesse – dor – e apresentados descritivamente, em tabelas e gráficos. **Resultados:** Foram selecionados 29 artigos para a síntese de evidências, publicados entre 2006 e 2024. Os trabalhos analisados empregaram em sua maioria os conceitos da terapia de espelho e execução motora fantasma. A experiência imersiva privilegiou o uso de gameificação 3D. Há uma tendência em avaliar seu uso domiciliar. Os jogos personalizados e os equipamentos utilizados dificultam a replicação da intervenção na prática clínica. **Conclusões:** Apesar de demonstrar que a realidade virtual reduz a dor do membro fantasma, o desenho dos estudos analisados limitam a capacidade de estabelecer relações de causalidade entre a realidade virtual e a redução da dor. É necessário que pesquisas futuras usem metodologias mais rigorosas e amostras significativas.

**Palavras-chave:** realidade virtual, terapia de exposição à realidade virtual, dor do membro fantasma.

### INTRODUÇÃO

A dor do membro fantasma (DMF) é definida como uma sensação dolorosa que acomete uma parte do corpo amputada<sup>1</sup>. É um quadro clínico de dor intensa e curso dramático muitas das vezes, tornando-se um grande desafio para especialistas em dor e toda a equipe envolvida na assistência a esses pacientes. Até o ano de 2050 em torno de 3,6 milhões de pessoas estarão vivendo com amputações nos Estados Unidos<sup>2</sup>. As estatísticas mostram que no Brasil, no ano de 2023, foram realizadas em torno de 72 mil amputações<sup>3</sup>. Estima-se que a prevalência da DMF seja superior a 80% entre os amputados<sup>1</sup>, o que interfere negativamente na saúde mental

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

e eleva o risco de depressão e ansiedade nestes pacientes, compromete a qualidade de vida, a socialização e a reintegração profissional<sup>4-5</sup>.

As sensações dolorosas ocorrem com mais frequência nas partes distais do membro ausente, como pé, mão e dedos, podem ser contínuas ou intermitentes e pode durar de segundos até horas<sup>6</sup>. As estratégias terapêuticas instituídas para o tratamento do quadro clínico incluem inicialmente a abordagem farmacológica, entretanto, grande número de pacientes é refratário ao tratamento. Dentre as técnicas não-farmacológicas mais difundidas destacam-se a discriminação sensorial, a terapia do espelho, imagens motoras gradativas, execução motora fantasma, estratégias de prótese, neuromodulação, reconstrução biônica e a realidade virtual (RV)<sup>6</sup>, que surge como uma opção terapêutica com perspectivas promissoras.

No ambiente simulado da experiência imersiva proporcionada pela RV o paciente experimenta a ilusão de ter um corpo virtual que ele vê de uma perspectiva em primeira pessoa e sente como se fosse o dele próprio<sup>7</sup>. A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) integra o arcabouço da RV e proporciona uma experiência onde as cenas mesclam imagens do mundo real com imagens geradas por computador. A Teoria do Controle do Portão da Dor, a produção de opióides endógenos, a ativação de neurônios-espelho e das vias inibitórias descendentes estão entre as muitas hipóteses para explicar a analgesia causada pela RV. No entanto, a literatura sobre o uso da RV no tratamento da DMF é escassa e os estudos estão espalhados. A falta de compreensão deste tema limita o amplo uso desta tecnologia.

Esta revisão de escopo tem como objetivo sintetizar as evidências disponíveis na literatura sobre a utilização dos sistemas de RV no tratamento do quadro algico da DMF. Tem-se ainda como objetivos específicos analisar como estas tecnologias estão sendo aplicadas e os resultados obtidos na redução do quadro algico.

### MATERIAL E MÉTODOS

Esta Revisão de Escopo foi conduzida de acordo com o método de revisão proposto pelo Instituto Joanna Briggs (JBI)<sup>8</sup> e as instruções do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA-ScR)<sup>9</sup>. Trata-se de uma pesquisa exploratória, descritiva, de abordagem qualitativa. Este tipo de revisão descreve a literatura de forma sistematizada, abrangente, alcançando diversos tipos de estudos e métodos. Esta Revisão de

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Escopo foi registrada na plataforma Open Science Framework (OSF) (<https://osf.io/>) e está disponível em <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UBS49>.

A pergunta norteadora da pesquisa foi: “Quais são os sistemas de realidade virtual utilizados no tratamento da dor do membro fantasma e seus resultados no quadro algico?”.

Esta pergunta orientou a organização, a estratégia de busca e a exploração das bases eletrônicas de dados que foram utilizadas nesta pesquisa e foi definida de acordo com os componentes do acrônimo PICO (População, Fenômeno de Interesse e Contexto), onde População = Pessoas adultas com membros amputados, Fenômeno de Interesse = Sistemas de Realidade Virtual e Contexto = Tratamento da dor do membro fantasma.

A última pesquisa bibliográfica foi realizada pela equipe de bibliotecárias de uma biblioteca de uma universidade pública do Estado do Rio de Janeiro em outubro de 2024, nas bases de dados PubMed, da Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE); Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS); Scientific Electronic Library Online SciELO; Web of Science; PEDro. As fontes de estudos não publicados e de literatura cinzenta pesquisadas foram Oasis e RCAAP. Outros estudos foram identificados por busca reversa a partir das referências dos artigos selecionados.

A estratégia de busca incluiu os termos do DeCS/MeSH e para modular a pesquisa também foram utilizados os operadores booleanos “OR”, “AND”, “NOT” e “AND NOT” (Tabela 1). Os dados foram digitados em arquivo Excel (Microsoft, EUA) para triagem e registro dos critérios de elegibilidade.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO  
TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Tabela 1 – Estratégia de pesquisa utilizada nesta Revisão de Escopo

Base de Dados	Estratégia	Número de Referências recuperadas
PUBMED <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a>	(((((("virtual reality") OR ("virtual reality exposure therapy")) AND (phantom limb pain)) NOT (child)) NOT (children)) NOT (pediatric)) NOT (pediatrics)	82
LILACS <a href="https://pesquisa.bvsalud.org">https://pesquisa.bvsalud.org</a>	((("realidade virtual") OR ("realidades virtuais") OR ("terapia de exposição à realidade virtual") OR ("virtual reality") OR ("virtual reality exposure therapy")) AND (("dor fantasma") OR ("phantom limb pain"))) AND NOT (child) AND NOT (pediatric) AND NOT (pediatrics)	71
SCIELO <a href="http://www.scielo.org/php/index.php">http://www.scielo.org/php/index.php</a>	("realidade virtual") OR ("realidades virtuais") OR ("terapia de exposição à realidade virtual") OR ("virtual reality" ) OR ("virtual reality exposure therapy") AND ("dor fantasma") OR ("phantom limb pain") AND NOT (children) AND NOT (child) AND NOT (pediatric) AND NOT (pediatrics)	23
WOS <a href="https://www.webofscience.com">https://www.webofscience.com</a>	"virtual reality" OR "virtual reality exposure" (Title) AND "phantom limb pain" (Title) NOT "children" OR "child" OR "pediatric" OR "pediatrics" (Title) OR "virtual reality" OR "virtual reality exposure" (Keyword Plus ®) AND "phantom limb pain" (Keyword Plus ®) NOT "children" OR "child" OR "pediatric" OR "pediatrics" (Keyword Plus ®) OR "virtual reality" OR "virtual reality exposure" (Abstract) AND "phantom limb pain" (Abstract) NOT "children" OR "child" OR "pediatric" OR "pediatrics" (Abstract)	86
PEdro <a href="https://pedro.org.au/">https://pedro.org.au/</a>	“virtual reality exposure therapy”	04
PEdro	“phantom limb pain”	48
Oasis <a href="https://oasisbr.ibict.br/vufind/">https://oasisbr.ibict.br/vufind/</a>	(Todos os campos:"realidade virtual" OR "realidades virtuais" OR "terapia com exposição à realidade virtual" OR "virtual reality" OR "virtual reality exposure therapy" AND "dor fantasma" OR "phantom limb pain" AND NOT "child" AND NOT "children" AND NOT "pediatric" AND NOT "pediatrics")	Zero
Oasis	“(Todos os campos:”realidade virtual” AND “membro fantasma”)”	02
RCAAP <a href="https://www.rcaap.pt/">https://www.rcaap.pt/</a>	“realidade virtual” e “dor fantasma”	02

Fonte: As autoras.

Os títulos e os resumos de todos os artigos mostrados na busca foram analisados para definir a seleção de artigos que seriam lidos na íntegra. A seleção dos artigos obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: (1) artigos primários completos, (2) sem restrição temporal, (3) sem restrição de idiomas ou de país, (4) que respondessem à pergunta da pesquisa, (5) realizados em adultos e (6) disponíveis gratuitamente. Não foi definido o período de publicação dos artigos, com o objetivo de tentar traçar um padrão evolutivo da intervenção e observar a

## **SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

existência de lacunas antigas que ainda fossem relevantes para pesquisas futuras. A opção de inclusão de artigos de acesso gratuito ocorreu porque a pesquisa não teve financiamento e encontrou dificuldade de acesso aos artigos pagos.

Foram excluídos os artigos que não contemplavam os critérios de inclusão: (1) estudos secundários, cartas ao editor, editoriais, pré-prints, livros, (2) estudos que não avaliaram o uso da RV para o tratamento da dor do membro fantasma e seus resultados ou desfechos. Para gerenciamento do processo de seleção, remoção dos artigos duplicados e triagem dos artigos que serão incluídos nesta revisão de escopo foi utilizado o gerenciador de Revisões Rayyan®.

A seleção foi realizada por dois revisores independentes (CSG e BCF). As divergências no processo de seleção foram resolvidas após um terceiro revisor ser consultado (RMEMC). Os resultados obtidos nesta fase da pesquisa foram analisados qualitativamente quanto à variável de desfecho de interesse - dor - e apresentados descritivamente e em tabelas e gráficos.

### **RESULTADOS**

A pesquisa identificou um total de 318 artigos, sendo 82 artigos na base de dados do PubMed, 71 artigos na LILACS, 23 artigos na SciELO, 86 artigos na WOS, 52 artigos na PEDro e 04 artigos nas fontes de estudos não publicados e de literatura cinzenta, sendo 02 artigos na Oasis e 02 artigos na RCAAP. O processo de triagem dos artigos está apresentado no fluxograma da Figura 1.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

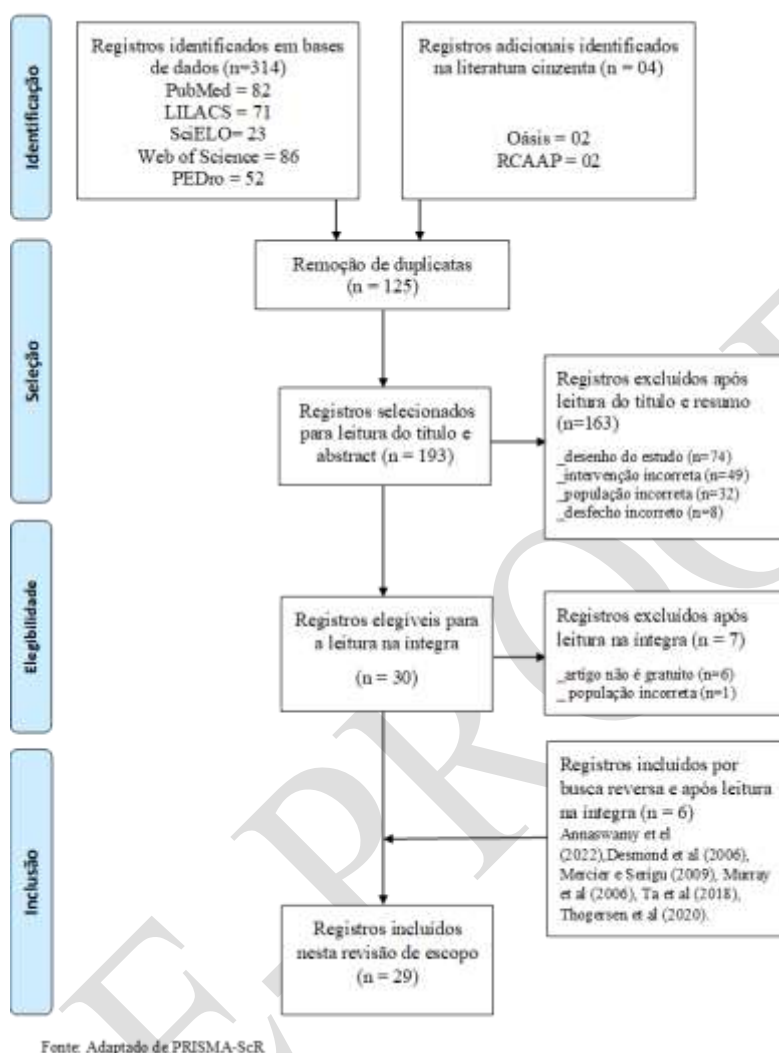


Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos

Os artigos foram importados para o software gerenciador de Revisões Rayyan®, onde foram removidos os artigos duplicados (n=125). Assim, 193 artigos foram selecionados para a leitura do título e resumo. Alguns destes artigos identificados pela busca bibliográfica avaliavam sistemas de RA e foram considerados nessa revisão devido à relevância desta tecnologia e por estar intimamente ligada à tecnologia de RV. Desta forma, 30 artigos foram escolhidos de acordo com os critérios de elegibilidade para a leitura na íntegra. Após a exclusão de 7 artigos e a inclusão de 6 artigos identificados por busca reversa, 29 estudos que utilizam RV/RA foram incluídos nessa revisão de escopo. As características dos estudos incluídos nesta revisão de escopo estão apresentadas na Tabela 2.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Tabela 2 – Características dos estudos incluídos na revisão

<b>Autor</b>	<b>País</b>	<b>Desenho do estudo</b>	<b>N, Idade e Sexo</b>	<b>Membro Amputado</b>	<b>Tempo De Amputação</b>	<b>RV 2D e RV 3D</b>	<b>Objetivo do estudo</b>
Ambron et al, 2018	USA e Alemanha	Série de Casos	N=2*	MI=2	7 a 11 meses	3D	Avaliar a usabilidade de um sistema de RV de fácil uso no tratamento da DMF
Ambron et al, 2021	USA	Ensaio Clínico Único Grupo	N=7 Idade=51 M=4 F=3	MI=7 abaixo do joelho	6 meses a 11 anos	3D	Verificar se jogos de RV imersiva podem reduzir a DMF
Annaswamy et al, 2022	USA	Estudo Piloto	N=4 Idade= 64 M=4	MI=4	10 meses a 12,8 anos	3D	Avaliar a viabilidade clínica para uso domiciliar do sistema de RV desenvolvido para DMF
Chau et al, 2017	USA e Reino Unido	Relato de Caso	N=1 Idade=49 M=1	MS=1	5 meses	3D	Relatar caso de DMF tratada com RV
Cole et al, 2009	Reino Unido	Ensaio Clínico Único Grupo	N=14 Idade=56/49 M=10 F=4	MS=7 MI=7	5 meses a 10 anos	2D	Apresentar os resultados da intervenção com RV em DMF utilizando método que captura o movimento do coto
Desmond et al, 2006	Irlanda	Série de Casos	N=3 Idade=38 M=2 F=1	MS=3	3 a 12 anos	2D	Avaliar um sistema de RA na DMF
Ichinose et al, 2017	Japão	Ensaio Clínico Crossover	N=9 Idade=54 M=8 F=1	MS=9	6 a 36 anos	3D	Investigar o efeito analgésico da estimulação tátil da bochecha durante terapia com RV para DMF
Kulkarni et al, 2020	Reino Unido	Estudo Piloto	N=9 Idade=46-80 M=7 F=2	MS=9	> 3 anos: 8 participantes < 2 anos: 1	3D	Avaliar os efeitos da RV na DMF e ajudar a identificar qual o melhor grupo-alvo para sua utilização

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Lendaro et al, 2020	Suécia	Série de Casos	N=4 Idade= 58 M=3 F=1	MS=2 MI=2	9 anos a + de 50 anos	2D	Investigar benefícios e desafios do uso doméstico da RV/RA na DMF.
Mercier e Sirigu, 2009	Canadá França	Ensaio Clínico Único Grupo	N=8 Idade=37 M=8	MS=8	1 a 16 anos	2D	Avaliar as diferenças à resposta individual ao treinamento da RV e explorar fatores que influenciam a resposta a essa abordagem
Murray et al, 2006	Reino Unido	Estudo Piloto	N=5 Idade=61 M=3 F=2	MS=3 MI=2	1 ano a 39 anos	3D	Demonstrar a viabilidade da RV na DMF e analisar os dados da entrevista qualitativa
Murray et al, 2007	Reino Unido	Série de casos	N=3 Idade=63 M=2 F=1	MS=2 MI=1	1 ano a 12 anos	3D	Analisar os dados qualitativos preliminares para avaliar a prova de princípio de um equipamento RV
Ortiz-Catalan, 2014	Suécia	Relato de Caso	N=1 Idade=72 M=1	MS=1	48 anos	2D	Avaliar a resposta da DMF ao tratamento de RA comandada por atividade mioelétrica no coto
Ortiz-Catalan, 2016	Suécia	Ensaio Clínico Único Grupo	N=14 Idade=50 Gênero=NI	MS=14	2 a 36 anos	2D	Avaliar a eficácia de um sistema de RV/RA com EMF na DMF
Osumi et al, 2017	Japão	Ensaio Clínico Único Grupo	N=8 Idade=52 M=7 F=1	MS=8	6 a 36 anos	3D	Investigar a neuroreabilitação com RV na restauração das representações de movimento voluntário e no alívio da DMF
Osumi et al, 2019	Japão	Ensaio Clínico Único Grupo	N=19 Idade=48 M=14 F=5	MS=19	2 a 38 anos**	3D	Avaliar se as características da DMF influenciam nos efeitos analgésicos da RV
Perry et al, 2018	USA	Ensaio Clínico Único Grupo	N=8 Idade=20-30 M=8	MS=8	6 a 18 meses	2D	Avaliar o uso de uma plataforma de RV em pacientes com DMF

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Rothgangel et al, 2018	Holanda Alemanha	Ensaio Clínico Controlado Randomizado	N=62 Idade=61 M=52 F=23	MI=62	18 meses a 18 anos	2D	Comparar TE através de RA com os grupos controle (TE somente e exercícios sensomotores)
Rutledge et al, 2019	USA	Estudo Piloto	N=14 Idade=63 M=13 e F=1	MS=01 MI=13	1 ano a + de 10 anos	3D	Avaliar viabilidade e aceitabilidade de um dispositivo de RV e os benefícios do tratamento
Sano et al, 2015	Japão	Estudo Piloto	N=6 Idade=55 M=6	MS=6	6 a 36 anos	3D	Aplicar um sistema de RV multimodal e demonstrar sua confiabilidade no alívio da DMF
Sano et al, 2016	Japão	Estudo Piloto	N=7 Idade= 54 M=7	MS=7	6 a 36 anos	3D	Aplicar um sistema de RV multimodal para validar a eficácia do feedback tátil no alívio imediato da DMF.
Snow et al, 2017	Reino Unido	Série de casos de um estudo piloto clínico em andamento	N=3 Idade=50 M=3	MS=3	1 a 30 anos	3D	Descrever e avaliar um sistema de RV com interação háptica na DMF
Snow et al, 2022	Reino Unido	Relato de caso	N=1 Idade=52 M=1	MS=1	2 anos***	3D	Avaliar se a terapia com RV e feedback háptico reduz a percepção da dor
Steckel et al, 2024	Brasil	Ensaio Clínico Controlado Randomizado	N=21****	MI=21	NI*****	3D	Investigar os efeitos de um protocolo de RV em pessoas com amputação de membros inferiores
Ta et al, 2018	USA	Relato de caso	N=1 Idade=31 F=1	MI=1	5 dias	3D	Tratar DMF no pós-op imediato
Thogersen et al, 2020	Alemanha e Dinamarca	Estudo de Prova de Conceito	N=7 Idade=48 M=5 F=2	MS=7	4 a 42 anos	3D	Avaliar a eficácia de uma intervenção baseada em RA em pacientes com DMF e fenômeno telescópico

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Tong et al, 2020	Canadá, China, Austrália	Série de Casos	N=5 Idade=50 M=5	MS=5	1 a 30 anos	3D	Explorar a terapia de RV em várias sessões para o tratamento da DMF
Wake et al, 2015	Japão	Estudo Piloto	N=5 Idade=58 M=4 F=1	MS=5	maior que 8 anos	3D	Avaliar o efeito clínico imediato de um sistema de RV multimodal com feedback tátil em 3 condições
Yoshimura et al, 2023	Japão	Relato de Caso	N=1 Idade=40 F=1	MS=1	9 anos	3D	Descrever o efeito da terapia de RV na DMF

Legenda: RV: realidade virtual; N: número de pacientes; M: masculino; F: feminino; NI: não informado; MS: membro superior; MI: membro inferior; RA: Realidade aumentada; DMF: dor do membro fantasma; EMF: execução motora fantasma; TE: terapia do espelho.

\* o estudo não informou idade e sexo dos participantes

\*\* o estudo informou o tempo de doença (DMF) em substituição ao tempo de amputação, que podem ser distintos entre eles.

\*\*\* tempo estimado; o estudo informa o ano da amputação; o tempo foi calculado considerando o ano informado no estudo e a data da publicação.

\*\*\*\* o estudo apresenta divergência de informações quanto ao tamanho da amostra

\*\*\*\*\* não foi possível concluir sobre o tempo de amputação com os dados relatados

Fonte: As autoras.

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Os 29 artigos mapeados que exploram técnicas de visualização de RV no tratamento da dor fantasma estudaram um total de 252 pacientes e foram publicados entre os anos de 2006 e 2024 (Figura 2) por grupos de pesquisadores de 12 países: EUA, Alemanha, Reino Unido, Irlanda, Dinamarca, Japão, Suécia, Canadá, França, Brasil, Países Baixos e China.

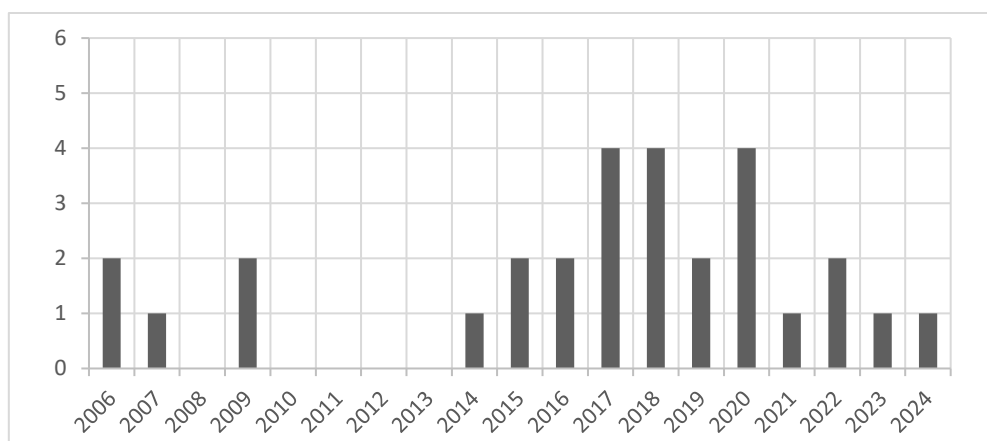


Figura 2 – Número de artigos publicados por ano.  
Fonte: Elaborado pelas autoras.

A maior amostra estudada foi em um ensaio clínico<sup>10</sup> onde 62 participantes concluíram o protocolo estabelecido. Dentre os estudos analisados, o participante mais jovem tinha 27 anos<sup>11</sup> e o participante com maior idade tinha 80 anos<sup>12</sup>. O número relatado de participantes masculinos foi expressivamente maior (masculino=178 e feminino=50). O número de amputados de membro superior foi n=130 e amputados de membro inferior n=122. Houve grande variabilidade quanto ao tempo de amputação, com um participante que havia sido amputado há mais de 50 anos<sup>13</sup> até um participante cuja amputação havia ocorrido há 5 dias<sup>14</sup>. A maioria dos estudos usou tecnologia de RV em 3D.

A Tabela 3 sintetiza os dados referentes aos sistemas de RV utilizados nos trabalhos analisados.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Tabela 3 - Características dos sistemas de RV e resultados dos estudos

<b>Autor</b>	<b>Técnica</b>	<b>Controla o membro virtual</b>	<b>Dispositivos</b>	<b>Objetivo do jogo (software)</b>	<b>Uso em casa</b>	<b>Resultados</b>
<b>Ambron et al, 2018</b>	EMF	Coto	HMD óculos RIFT, sensores inerciais simples, laptop, feedback auditivo	4 jogos: busca pelo fogo, navegador de Web, jogo de xadrez e jogo de damas	Não	Declínio da dor imediatamente após a sessão
<b>Ambron et al, 2021</b>	DISTRAÇÃO + EMF	EMF: Coto	HMD óculos, Sensores nos membros com tiras de velcro, rastreador eletromagnético, jogo público Cool! e jogo personalizado	Movimentar blocos com os membros virtuais, alimentar o cão, navegador de web e jogo de xadrez	Não	Redução da dor após as sessões e ao longo do estudo, sem diferença significativa entre o tratamento distrator e o tratamento com movimentos
<b>Annaswamy et al, 2022</b>	TE	Intacto	Câmera, HMD óculos RIFT, software Mr.MAPP, laptop.	Estourar bolhas, jogo pedal e jogo piano	Sim	Mostrou tendência de melhora da dor
<b>Chau et al, 2017</b>	EMF	Coto	HMD HTC Vive VR, controladores portáteis, sensores rastreadores de posição, braçadeira de controle mioelétrico, software de jogo personalizado, software de jogo público, PC.	Manipular objetos numa cozinha interativa	Não	Redução da dor e da área da dor
<b>Cole et al, 2009</b>	EMF	Coto	Imagem visualizada no PC, dispositivo de captura de movimento, sensores eletromagnéticos no braço ou perna	Pegar uma maçã, tocar bateria	Não	Redução da dor
<b>Desmond et al, 2006</b>	TE	Intacto	Luvas de dados sem fio, tela de computador, software de computação gráfica	Movimentos com os dedos e com as palmas das mãos	Não	Redução da percepção do desconforto e da dor
<b>Ichinose et al, 2017</b>	TE	Intacto	HMD Óculos RIFT, Sensor Kinect no membro intacto, dispositivo vibratório	Tocar os objetos	Não	Demonstração de efeito analgésico da aplicação

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

						estímulo tátil na bochecha do lado do membro afetado durante a RV
<b>Kulkarni et al, 2020</b>	TE	Intacto	HMD Óculos RIFT e rastreo de movimento	Jogo de bola 3D	Não	O estudo não conseguiu demonstrar evidência de eficácia da RV na DMF
<b>Lendaro et al, 2020</b>	EMF	Coto	Dispositivo de reconhecimento de padrão mioelétrico, eletrodos, laptop e jogo de RV/RA	4 opções de jogos: controle de membro virtual por RV; ambiente de RA; jogo de corrida; teste de controle alcance alvo	Sim	Os participantes utilizaram a RV/RA como tratamento suplementar aos medicamentos, com redução da dosagem
<b>Mercier e Sirigu, 2009</b>	TE e EMF	Intacto	Vídeo espelhado exibido em uma tela de computador	Imitar o movimento do vídeo	Não	Redução da dor ao final do estudo e ao final do follow-up
<b>Murray et al, 2006</b>	TE	Intacto	HMD, luva, sensores e rastreador eletromagnético	Colocar mão/pé em peças que acendem, rebater ou chutar bola, direcionar bola para um alvo, fazer movimentos de levantar/dobrar	Não	Todos os participantes relataram diminuição na DMF enquanto imersos no ambiente virtual
<b>Murray et al, 2007</b>	TE	Intacto	HMD Óculos V6VR, Luva e Sensores	Colocar mão/pé em peças que acendem, rebater ou chutar bola, direcionar bola para um alvo, fazer movimentos de levantar/dobrar	Não	Redução da dor em pelo uma das sessões
<b>Ortiz-Catalan, 2014</b>	EMF	Coto	BioPatRec tecnologia para previsão de movimento, webcam, eletrodos, sensores EMG, ambientes de RA e RV, tela de computador	Realizar movimentos em um ambiente de RV, RA e jogo de corrida	Não	Efeito positivo da intervenção em relação à redução da dor

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

<b>Ortiz-Catalan, 2016</b>	EMF	Coto	BioPatRec tecnologia para previsão de movimento, webcam, eletrodos, sensores EMG, ambientes de RA e RV, tela de computador	Jogos de corrida de carro e posturas-alvo aleatórias usando movimentos fantasmas	Não	Redução da intensidade da dor ao longo do tratamento. As melhorias permaneceram após 6 meses.
<b>Osumi et al, 2017</b>	TE	Intacto	HMD Óculos RIFT, Câmera de vídeo com sensor infravermelho, software 3D de computação gráfica	Alcançar um objeto alvo	Não	O programa de reabilitação com RV de curto prazo aliviou a DMF
<b>Osumi et al, 2019</b>	TE	Intacto	HMD Óculos RIFT, Câmera de vídeo com sensor infravermelho, software 3D de computação gráfica	Movimentar bola, carregar blocos, desenhar 8	Não	A técnica de RV foi mais eficaz na dor associada a movimentos distorcidos do membro fantasma e à postura fixa.
<b>Perry et al, 2018</b>	EMF	Coto	Captura de movimentos de membros residuais por EMG, laptop, Plataforma de realidade virtual	Flexão, extensão, pronação e supinação do punho + Abertura e fechamento da mão para formar um punho.	Não	Alívio dos sintomas em 7 dos 8 pacientes
<b>Rothgangel et al, 2018</b>	TE	Intacto	Plataforma de Telerreabilitação, câmera integrada ao tablet com um software (plataforma) instalado	Exercícios com o membro intacto	Sim	TE com RA não mostrou superioridade em relação à TE tradicional e tratamento sensório-motor.
<b>Rutledge et al, 2019</b>	EMF	Coto com prótese	Fone de ouvido, Óculos RIFT, câmera integrada, pedalador, sensor de movimento, jogo de RV, laptop (substituído por smartphone ao final do estudo)	Pedalar numa bicicleta	Sim	Redução da intensidade da dor e das sensações fantasmas
<b>Sano et al, 2015</b>	TE	Intacto	Sensor de movimento Kinect, HMD Óculos RIFT, fones de ouvido, luva e sensores, dispositivo de vibração	Movimentar o braço intacto para alcançar o objeto alvo	Não	Redução da intensidade da dor e viabilidade do sistema testado

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

				com a mão afetada no ambiente virtual		
<b>Sano et al, 2016</b>	TE	Intacto	Sensor de movimento Kinect, HMD Óculos RIFT, luvas, dispositivos de vibração, plataforma de jogo Unity	Alcançar um objeto alvo	Não	Efeito analgésico de poucos minutos
<b>Snow et al, 2017</b>	EMF	Coto	HMD óculos RIFT, Unreal Engine 4, câmera Nimble, 6 DOF HápticMAster, eletrodos	Exercícios com cenas de atividades diárias para alcançar, escolher e colocar objetos	Não	Associação entre o aumento da sensação de corporificação do membro virtual e diminuição nos níveis percebidos de dor.
<b>Snow et al, 2022</b>	EMF	Coto	HMD Óculos RIFT, dispositivo de vibração, sensores de movimento, jogo personalizado	Mover e empilhar cubos, estimulação tátil no coto de amputação	Não	Redução dos níveis de dor e melhora na amplitude do movimento
<b>Steckel et al, 2024</b>	OA	Avatar	Óculos GEAR VR e smartphone Galaxy	Exercícios de membros inferiores, p ex extensão dos joelhos com almofadas de peso	Não	Não mostrou melhora da DMF
<b>Ta et al, 2018</b>	TE	Intacto	Headset VR + smartphone com app	Exercícios de Terapia de Espelho por App de celular Mirror Therapy VR	Não	Redução dos níveis de dor
<b>Thogersen et al, 2020</b>	EMF e RMf	Coto	Óculos HTC Vive, câmeras, rastreador de posição, braçadeira de controle mioelétrico, computador, software de modelagem 3D Blender (de código aberto)	Jogo de escolher e colocar um objeto no lugar, jogo de imitação e jogo de classificação	Sim	Redução da dor e reversão da reorganização cortical

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA:  
UMA REVISÃO DE ESCOPO**

<b>Tong et al, 2020</b>	TE	Intacto	HMD Óculos RIFT, HTC Vive, Controlador de RV na mão intacta, Unity3D	Jogo de empurrar bola para fora da mesa e fazer cesta de basquete	Não	Redução da dor
<b>Wake et al, 2015</b>	TE	Intacto	Sensor de movimento Kinect, HMD Óculos RIFT, luvas para detecção dos movimentos dos dedos, dispositivos de vibração, plataforma de jogo Unity	Movimentar o braço intacto para alcançar o objeto alvo com a mão afetada no ambiente virtual	Não	O score de dor diminuiu em 4 dos 5 pacientes
<b>Yoshimura et al, 2023</b>	EMF	Coto	HMD HTC Vive, controlador de RV no coto de amputação, software Unity	Pegar uma bola com a mão virtual	Não	Menor intensidade da dor

Legenda: EMF: execução motora fantasma; TE: terapia do espelho; HMD: *head mounted display*; RA: realidade aumentada; OA: Observação da ação; RMf: ressonância magnética funcional; RIFT, HTC VIVE VR, GEAR VR são modelos dos óculos de VR. MR MApp é o nome do software que foi usado no estudo. Fonte: As autoras.

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Diferentemente de outras síndromes dolorosas em que a terapia com RV tem sido estudada e administrada pela técnica de distração, a síntese desta revisão mostrou que a construção dos sistemas de RV no tratamento da DMF foi fundamentada não apenas em distração mas também por outras três técnicas: terapia de espelho (TE), execução motora fantasma (EMF) e observação da ação (OA). Apenas Ambron<sup>15</sup> et al. utilizaram distração, mas em associação com EMF. Nas intervenções que aplicaram a TE como base conceitual da arquitetura do sistema<sup>10,12,14,16-28</sup>, o membro intacto foi usado para controlar as ilusões e gerar a imagem em espelho para o membro oposto (amputado) como uma imagem de um membro íntegro no ambiente virtual.

Embora a técnica de espelhamento em RV seja possível para amputados unilaterais, existe limitação quanto à sua aplicabilidade em amputados bilaterais devido à necessidade de um membro íntegro como referência. A EMF não possui essa restrição, permitindo sua aplicação em pessoas com amputação bilateral. Tal abordagem emprega o coto do membro amputado para gerar a ilusão de um membro completo em RV e também foi explorada nos estudos<sup>2,11,13,15,29-36</sup>. No entanto, apenas Ortiz-Catalan et al.<sup>32</sup> e Perry et al.<sup>2</sup> incluíram participantes com amputação bilateral. Na intervenção de Steckel et al.<sup>37</sup> os participantes observaram o avatar a executar os exercícios (OA) e permaneceram sentados sem realizar movimentos.

Excetuando-se o estudo de Ambron et al.<sup>15</sup> que utilizou distração por vídeo imersivo em uma etapa de sua intervenção e o estudo de Steckel et al.<sup>37</sup> que exibiu um aplicativo com a imagem de um avatar realizando exercícios físicos, todas outras pesquisas foram conduzidas utilizando gameificação ou exercícios de repetição na execução da terapia de exposição à RV. Apesar da diversidade na temática (Tabela 3), os softwares dos jogos e exercícios tinham como objetivo a realização de uma tarefa que exigia do participante a movimentação com os membros.

Alguns dos estudos aplicaram a RV no ambiente domiciliar e administrado pelo próprio participante<sup>10,13,16,33,36</sup>. Os demais estudos foram realizados em ambiente laboratorial e hospitalar.

Dentre os estudos analisados, o estudo piloto de Kulkarni<sup>12</sup> e o ensaio clínico controlado randomizado de Steckel et al.<sup>37</sup> não foram capazes de demonstrar a eficácia da RV no tratamento deste tipo de dor. Além disso, o estudo de Rothgangel<sup>10</sup>, um ensaio clínico

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

controlado randomizado, não foi capaz de demonstrar superioridade da TE com RA em relação à TE tradicional e tratamento sensorio-motor no desfecho dor. Todos os outros estudos apresentaram resultados positivos na redução da DMF e sinalizaram o seu potencial emprego no manejo terapêutico destes pacientes.

### DISCUSSÃO

Os primeiros estudos explorando a RV para tratar a (DMF) datam do ano 2006<sup>17,20</sup>. Ao longo destes 18 anos, a maioria das pesquisas proporcionou uma experiência imersiva que exigia do usuário a realização de movimentos físicos ativos e foi conduzida em laboratórios, com equipamentos complexos, de custo elevado, difíceis de transportar e com softwares personalizados, limitando sua replicação em contextos clínicos. Os óculos de RV e seus acessórios integrados, atualmente disponíveis no mercado são capazes de proporcionar essa interação necessária do usuário com o ambiente imersivo. Leves e portáteis, eles tornam essa modalidade mais acessível e prática para o uso. O conceito de que o tratamento com dispositivo de RV para pacientes com DMF deve ser portátil e com um sistema que seja de fácil inicialização para lidar com a dor em tempo real é defendido por Rutledge et al.<sup>33</sup>.

Dentre os 29 estudos analisados, apenas 5 propuseram sistemas de RV que foram aplicados no ambiente domiciliar e administrados pelo próprio paciente<sup>10,13,16,33,36</sup>. Entretanto, a complexidade na arquitetura dos equipamentos<sup>13,33,36</sup> e o uso de softwares personalizados<sup>10,16</sup> demandam recursos e infraestruturas específicas, o que inviabiliza a aplicabilidade em contextos domésticos. O estudo de Ta et al.<sup>14</sup>, embora realizado em paciente internado, apresentou um sistema de RV com potencial para uso domiciliar, utilizando um HMD com smartphone e um aplicativo comercialmente disponível. Todos esses estudos foram publicados a partir de 2018, mostrando uma tendência em buscar uma solução que possa ser administrada de forma autônoma e em uso contínuo.

O estudo de Annaswamy et al.<sup>16</sup> demonstrou a importância do suporte técnico domiciliar para auxiliar os pacientes com a configuração dos sistemas de RV complexos adotados na pesquisa. Eles receberam visitas domiciliares, telessuporte semanal e um deles recebeu suporte via Skype. No entanto, um protocolo que incluía visitas domiciliares é de difícil execução tendo em vista que a maioria dos sistemas de saúde não oferecem suporte home care para pacientes

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

ambulatoriais. Por outro lado, é possível usar as tecnologias digitais para oferecer a teleassistência e o telemonitoramento a esses pacientes.

Com todo o interesse em disponibilizar o uso doméstico da terapia com RV, a baixa adesão ao tratamento domiciliar por parte dos participantes do estudo foi um fato relevante abordado por Rothgangel<sup>38</sup> e Lendaro<sup>13</sup>. Os fatores atribuídos à baixa adesão foram a dificuldade em adaptar a rotina, a complexidade dos protocolos e problemas de usabilidade dos dispositivos. Por outro lado, a motivação intrínseca do paciente é considerada um fator para a eficácia da RV<sup>39</sup>. Dessa maneira, estratégias para o engajamento são primordiais no sucesso da terapia domiciliar e devem ser consideradas.

A dinâmica acelerada do desenvolvimento tecnológico representa um desafio significativo para a pesquisa com RV. Como observado por Rutledge et al.<sup>33</sup>, os equipamentos tornam-se ultrapassados muito rapidamente, o que pode comprometer a validade ecológica dos estudos. A equipe de Rutledge enfrentou essa situação ao longo de sua pesquisa, necessitando substituir o equipamento que estava em estudo devido à sua defasagem. Essa experiência ilustra a dificuldade de se conduzir pesquisas em um campo no qual a tecnologia se torna obsoleta em um curto período de tempo. A constante atualização dos dispositivos exige que os pesquisadores adotem procedimentos para garantir que seus estudos permaneçam relevantes e que os resultados possam ser aplicados na prática assistencial.

No entanto, a falta de estudos clínicos robustos com grupos controle, amostras estatisticamente significativas e protocolos embasados limitam a compreensão da efetividade dessa tecnologia. É importante ressaltar que a maioria dos estudos apresenta limitações metodológicas, como relatos de casos únicos e séries de casos<sup>13-14,17,21,26,28-31; 34-35</sup>, ensaios de grupos únicos<sup>2,11,15,18-19,22-23,32</sup> e estudos pilotos<sup>12,16,20,24-25,27,33,36</sup>. Embora a literatura analisada demonstre um consenso geral sobre a eficácia da RV no quadro algico da DMF, o estudo piloto de Kulkarni et al.<sup>12</sup> assim como os dois ensaios clínicos controlados randomizados conduzidos por Rothgangel<sup>10</sup> e Steckel et al.<sup>37</sup> não constituíram evidências suficientes do efeito da RV na DMF. Por sua vez, os resultados de Ambron et al.<sup>15</sup> não demonstraram diferença entre as fases de distração e de movimentos por EMF, levantando questionamentos sobre a melhor abordagem com RV para a DMF. A heterogeneidade dos métodos utilizados e dos protocolos de uso adotados nos diferentes estudos dificultam a comparação dos resultados e a identificação dos fatores que influenciam a eficácia da RV. Esses achados evidenciam a necessidade de

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

investigações mais aprofundadas para esclarecer essas lacunas e identificar a modalidade mais eficaz para a RV na DMF

A ausência de discussões sobre a higienização dos equipamentos de RV nos estudos analisados é preocupante. Considerando o uso crescente da RV em ambientes hospitalares, a higienização adequada se torna crucial para prevenir a transmissão de patógenos entre pacientes. É fundamental que futuros estudos abordem essa questão, considerando as especificidades de cada equipamento e as boas práticas para a prevenção de infecção hospitalar.

Observou-se ainda a necessidade de mais pesquisas que explorem a integração de tecnologias de RV com jogos acessíveis ao público em geral, bem como o emprego de protocolos padronizados para a prestação de teleassistência.

Uma limitação desta revisão de escopo é que a estratégia de pesquisa considerou apenas o termo “realidade virtual” ao fazer a busca e não incluiu o termo “realidade aumentada”. Isso pode ter influenciado o resultado e deixado de fora alguns trabalhos relevantes que tenham sido realizados com RA. O critério de incluir apenas artigos de acesso aberto para a seleção dos estudos também pode ser considerado uma limitação, no entanto acredita-se que a bibliografia alcançada representa adequadamente a produção científica sobre o tema investigado.

Em síntese, a RV representa uma abordagem inovadora e promissora para o tratamento da dor do membro fantasma. Ao oferecer uma experiência imersiva, a RV pode atuar como adjuvante ao tratamento convencional e melhorar significativamente a qualidade de vida dos pacientes. No entanto, é fundamental que sejam realizados mais estudos para avaliar a eficácia da RV em pacientes com DMF e para desenvolver protocolos de tratamento padronizados.

### CONCLUSÃO

Esta revisão de escopo teve por objetivo fazer uma síntese das evidências sobre como a RV tem sido utilizada para tratar a DMF. A análise dos dados mostra que os sistemas de RV utilizados no tratamento da DMF resultam da combinação entre a técnica de execução, o equipamento de RV e o software com jogo em 3D.

Para a execução da terapia com RV, os estudos analisados aplicaram não apenas o princípio da distração adotado em outras síndromes dolorosas, mas também os princípios de três técnicas: TE, EMF e OA. A distração e a AO permitem que a terapia com RV seja executada

## SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

nestes pacientes mesmo sem a realização de movimentos ativos, o que dispensa equipamentos sofisticados. É possível depreender que essas duas técnicas podem ser aplicadas com os óculos de RV acoplados a smartphones, o que favorece seu uso pelo baixo custo.

Por outro lado, as técnicas de TE e EMF, exigem equipamentos que precisam detectar os movimentos do paciente. Embora os estudos sintetizados tenham usado dispositivos complexos, infere-se que a tecnologia atual dos óculos de RV permite essa aplicação na prática clínica, desde que sejam feitas adaptações para colocar os acessórios do equipamento no coto amputado e captar a movimentação do usuário.

Quanto ao software, o mapeamento mostra o uso de jogos personalizados. Contudo, para ampla aplicação clínica, os softwares devem ser acessíveis. Recomenda-se que novas investigações utilizem jogos de domínio público disponíveis nos próprios óculos de RV.

Os resultados são promissores, porém a síntese das evidências demonstra que o efeito analgésico da RV nestes pacientes não foi comprovado pelos dois estudos clínicos randomizados. Pesquisas futuras devem empregar desenhos metodológicos mais robustos e adotar estratégias que favoreçam a inclusão e adesão dos participantes, visto que os estudos mapeados enfrentaram dificuldades com esta população estudada.

A partir desta revisão foi possível observar como a RV tem sido aplicada na DMF. Essa lacuna de conhecimento era importante de ser compreendida. Os dados sintetizados não demonstram se existe uma técnica superior em promover o efeito analgésico ou se uma combinação delas estaria mais indicada. Também mostra que não existem protocolos validados quanto à frequência e duração da terapia. Destaca-se ainda a necessidade de explorar a higienização dos equipamentos. Essas lacunas devem ser foco das próximas pesquisas, a fim de esclarecer o papel da RV no manejo terapêutico desses pacientes.

**AGRADECIMENTOS** às bibliotecárias Fernanda Silva e Verônica Esteves, da Biblioteca da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense - UFF.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO  
TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup>International Association for the Study of Pain (IASP). <https://www.iasp-pain.org/publications/pain-research-forum/papers-of-the-week/paper/210389-current-understanding-phantom-pain-and-its-treatment/>.
- <sup>2</sup>Perry BN, Armiger RS, Wolde M, McFarland KA, Alphonso AL, Monson BT, Pasquina PF, Tsao JW. Clinical Trial of the Virtual Integration Environment to Treat Phantom Limb Pain With Upper Extremity Amputation. *Frontiers in Neurology*. 2018;9:770. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00770>.
- <sup>3</sup>DATASUS. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Informações de Saúde (TABNET). Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2022. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>.
- <sup>4</sup>Aternali A, Katz J. Recent advances in understanding and managing phantom limb pain. *F1000Research*. 2019;8:1167. <https://doi.org/10.12688/f1000research.19355.1>.
- <sup>5</sup>Wong KP, Tse MMY, Qin J. Effectiveness of Virtual Reality-Based Interventions for Managing Chronic Pain on Pain Reduction, Anxiety, Depression and Mood: A Systematic Review. *Healthcare*. 2022; 0(10):2047. <https://doi.org/10.3390/healthcare10102047>.
- <sup>6</sup>Erlenwein J, Diers M, Ernst J, Schulz F, Petzke F. Clinical updates on phantom limb pain. *Pain Reports*. 2021;6(1):e888. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000888>.
- <sup>7</sup>Donegan T, Ryan BE, Sanchez-Vives MV, Świdrak J. Altered bodily perceptions in chronic neuropathic pain conditions and implications for treatment using immersive virtual reality. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2022;16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1024910>.
- <sup>8</sup>Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editors. *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI; 2024. Available from: <https://synthesismanual.jbi.global>.
- <sup>9</sup>Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews *BMJ* 2021; 372:71. doi:10.1136/bmj.n71
- <sup>10</sup>Rothgangel A, Braun S, Winkens B, Beurskens A, Smeets R. Traditional and augmented reality mirror therapy for patients with chronic phantom limb pain (PACT study): results of a three-group, multicentre single-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2018;32(12):1591-1608. doi:10.1177/0269215518785948.
- <sup>11</sup>Cole J, Crowle S, Austwick G, Henderson Slater D. Exploratory findings with virtual reality for phantom limb pain; from stump motion to agency and analgesia. *Disability and Rehabilitation*. 2009;31(10):846–854. <https://doi.org/10.1080/09638280802355197>.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO  
TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

- <sup>12</sup>Kulkarni J, Pettifer S, Turner S, Richardson C. An investigation into the effects of a virtual reality system on phantom limb pain: a pilot study. *British Journal of Pain*. 2020;14(2):92-97. <https://doi.org/10.1177/2049463719859913>.
- <sup>13</sup>Lendaro E, Middleton A, Brown S, Ortiz-Catalan M. Out of the Clinic, into the Home: The in-Home Use of Phantom Motor Execution Aided by Machine Learning and Augmented Reality for the Treatment of Phantom Limb Pain. *J Pain Res*. 2020;13:195-209. <https://doi.org/10.2147/JPR.S220160>.
- <sup>14</sup>Ta PA, Chi B, Chau BL. Poster 318: Treatment of Phantom Limb Pain in Recent Amputee with Virtual Reality Mirror Therapy: A Case Report. *PM&R*. 2018;10(9S1):S105–S106. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.08.330>.
- <sup>15</sup>Ambron E, Buxbaum LJ, Miller A, Stoll H, Kuchenbecker KJ, Coslett HB. Virtual reality treatment displaying the missing leg improves phantom limb pain: A small clinical trial. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2021;35(12):1100–1111. <https://doi.org/10.1177/15459683211054164>.
- <sup>16</sup>Annaswamy TM, Bahirat K, Raval G, Chung YY, Pham T, Prabhakaran B. Clinical feasibility and preliminary outcomes of a novel mixed reality system to manage phantom pain: a pilot study. *Pilot and Feasibility Studies*. 2022;8(1):232. <https://doi.org/10.1186/s40814-022-01187-w>.
- <sup>17</sup>Desmond DM, O’Neill K, De Paor A, McDarby G, MacLachlan M. Augmenting the Reality of Phantom Limbs: Three Case Studies Using an Augmented Mirror Box Procedure. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*. 2006;18(3):74. [https://journals.lww.com/jpojournal/fulltext/2006/07000/augmenting\\_the\\_reality\\_of\\_phantom\\_limbs\\_\\_three.5.aspx](https://journals.lww.com/jpojournal/fulltext/2006/07000/augmenting_the_reality_of_phantom_limbs__three.5.aspx).
- <sup>18</sup>Ichinose A, Sano Y, Osumi M, Sumitan M, Kumagaya S, Kuniyoshi Y. Somatosensory Feedback to the Cheek During Virtual Visual Feedback Therapy Enhances Pain Alleviation for Phantom Arms. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2017;31(8):717–725. <https://doi.org/10.1177/1545968317718268>.
- <sup>19</sup>Mercier C, Sirigu A. Training With Virtual Visual Feedback to Alleviate Phantom Limb Pain. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2009;23(6):587-594. <https://doi.org/10.1177/1545968308328717>.
- <sup>20</sup>Murray CD, Patchick E, Pettifer S, Howard T, Caillette F, Kulkarni J, Bamford, C. Investigating the efficacy of a virtual mirror box in treating phantom limb pain in a sample of chronic sufferers. *International Journal on Disability and Human Development*. 2006;5(3): 227-234. <https://doi.org/10.1515/IJDHD.2006.5.3.227>.
- <sup>21</sup>Murray CD, Pettifer S, Howard T, Patchick EL, Caillette F, Kulkarni J, Bamford C. The treatment of phantom limb pain using immersive virtual reality: Three case studies. *Disability and Rehabilitation*. 2007;29(18):1465–1469. <https://doi.org/10.1080/09638280601107385>.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

- <sup>22</sup>Osumi M, Ichinose A, Sumitani M, Wake N, Sano Y, Yozu A, Kumagaya S, Kuniyoshi Y, Morioka S. Restoring movement representation and alleviating phantom limb pain through short-term neurorehabilitation with a virtual reality system. *European Journal of Pain*. 2017;21(1):140–147. <https://doi.org/10.1002/ejp.910>.
- <sup>23</sup>Osumi M, Inomata K, Inoue Y, Otake Y, Morioka S, Sumitani M. Characteristics of Phantom Limb Pain Alleviated with Virtual Reality Rehabilitation. *Pain Medicine*. 2019;20(5):1038–1046. <https://doi.org/10.1093/pm/pny269>.
- <sup>24</sup>Sano Y, Ichinose A, Wake N, Osumi M, Sumitani M, Kumagaya S, Kuniyoshi Y. Reliability of phantom pain relief in neurorehabilitation using a multimodal virtual reality system. In: 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). 2015:2482–2485. DOI 10.1109/EMBC.2015.7318897. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7318897/>.
- <sup>25</sup>Sano Y, Wake N, Ichinose A, Osumi M, Oya R, Sumitani M, Kumagaya S, Kuniyoshi Y. Tactile feedback for relief of deafferentation pain using virtual reality system: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2016;13(1):61. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0161-6>.
- <sup>26</sup>Tong X, Wang X, Cai Y, Gromala D, Williamson O, Fan B and Wei K. “I Dreamed of My Hands and Arms Moving Again”: A Case Series Investigating the Effect of Immersive Virtual Reality on Phantom Limb Pain Alleviation. *Front. Neurol*. 2020;11:876. doi: 10.3389/fneur.2020.00876.
- <sup>27</sup>Wake N, Sano Y, Oya R, Sumitani M, Kumagaya S, Kuniyoshi Y. Multimodal virtual reality platform for the rehabilitation of phantom limb pain. In: 2015 7TH International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER). 2015:787–790. DOI 10.1109/NER.2015.7146741.
- <sup>28</sup>Yoshimura M, Kurumadani H, Hirata J, Senoo K, Hanayama K, Sunagawa T, Uchida K, Gofuku A, Sato K. Case Report: Virtual reality training for phantom limb pain after amputation. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2023;17:1246865. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1246865>.
- <sup>29</sup>Ambron E, Miller A, Kuchenbecker KJ, Buxbaum LJ, Coslett HB. Immersive Low-Cost Virtual Reality Treatment for Phantom Limb Pain: Evidence from Two Cases. *Frontiers in Neurology*. 2018;9(19). <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00067>.
- <sup>30</sup>Chau B, Phelan I, Ta P, Humbert S, Hata J, Tran D. Immersive Virtual Reality Therapy with Myoelectric Control for Treatment-resistant Phantom Limb Pain: Case Report. *Innovations in Clinical Neuroscience*. 2017;14(7–8):3–7. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5880370/>.
- <sup>31</sup>Ortiz-Catalan M, Sander N, Kristoffersen MB, Håkansson B and Brånemark R. Treatment of phantom limb pain (PLP) based on augmented reality and gaming controlled by myoelectric pattern recognition: a case study of a chronic PLP patient. *Front. Neurosci*. 2014;8:24. doi: 10.3389/fnins.2014.00024.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

- <sup>32</sup>Ortiz-Catalan M, Guðmundsdóttir RA, Kristoffersen MB, Zepeda-Echavarria A, Caine-Winterberger K, Kulbacka-Ortiz K, Widehammar C, Eriksson K, Stockselius A, Ragnö C, Pihlar Z, Burger H, Hermansson L. Phantom motor execution facilitated by machine learning and augmented reality as treatment for phantom limb pain: a single group, clinical trial in patients with chronic intractable phantom limb pain. *Lancet*. 2016;388(10062):2885–2894. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31598-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31598-7).
- <sup>33</sup>Rutledge T, Velez D, Depp C, McQuaid JR, Wong G, Jones RCW, Atkinson JH, GIAP B, Quan A, Giap H. A Virtual Reality Intervention for the Treatment of Phantom Limb Pain: Development and Feasibility Results. *Pain Med*. 2019;20(10):2051–2059. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz121>.
- <sup>34</sup>Snow PW, Sedki I, Sinisi M, Comley R, Loureiro RCV. Robotic therapy for phantom limb pain in upper limb amputees. In: *International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*. jul. 2017:1019–1024. DOI 10.1109/ICORR.2017.8009383.
- <sup>35</sup>Snow PW, Dimante D, Sinisi M, Loureiro RCV. Virtual Reality combined with Robotic facilitated movements for pain management and sensory stimulation of the upper limb following a Brachial Plexus injury: A case study. In: *International Conference On Rehabilitation Robotics (ICORR)*. jul. 2022:1–6. DOI 10.1109/ICORR55369.2022.9896552.
- <sup>36</sup>Thogersen M, Andoh J, Milde C, Graven-Nielsen T, Flor H, Petrini L. Individualized Augmented Reality Training Reduces Phantom Pain and Cortical Reorganization in Amputees: A Proof of Concept Study. *The Journal of Pain*. 2020;21(11):1257–1269. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2020.06.002>.
- <sup>38</sup>Rothgangel A, Braun S, Smeets R, Beurskens A. Design and Development of a Telerehabilitation Platform for Patients With Phantom Limb Pain: A User-Centered Approach. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2017;4(1):e2. <https://doi.org/10.2196/rehab.6761>.
- <sup>37</sup>Steckel BM, Schwertner R, Bücken J, Nazareth ACDP, Bizarro L, Oliveira AAD. Immersive virtual reality applied to the rehabilitation of patients with lower limb amputation: a small randomized controlled trial for feasibility study. *Virtual Reality*. 2024;28(2):1-15. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01015-x>.
- <sup>39</sup>Kintschner NR, Corrêa AGD, Figueiredo PSF, Cymrot R, Blascovi-Assis SM. Effects of a game therapy program with leap motion sensor on the manual function in adults with cerebral palsy. *Rev. Contexto & Saúde*. 2024;24(48):e14345. <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/14345>.

**SISTEMAS BASEADOS EM REALIDADE VIRTUAL E SEUS RESULTADOS ANALGÉSICOS NO  
TRATAMENTO DA DOR DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

Submetido em: 5/2/2025

Aceito em: 3/12/2025

Publicado em: 29/4/2026

<b>Contribuições dos autores</b>
<p><b>Crisley da Silva Guenin:</b> Conceituação, curadoria de dados, investigação, metodologia, validação de dados e experimentos, design da apresentação de dados, redação do manuscrito original.</p> <p><b>Beatriz Cristina Freitas:</b> Investigação, metodologia, validação de dados e experimentos.</p> <p><b>Rosa Maria Esteves Moreira da Costa:</b> Conceituação, administração do projeto, disponibilização de ferramentas, supervisão, validação de dados e experimentos, redação revisão e edição.</p>
<b>Todos os autores aprovaram a versão final do texto.</b>
<p><b>Conflito de interesse:</b> Não há conflito de interesse.</p> <p><b>Financiamento:</b> Não possui financiamento</p>
<p><b>Autor correspondente:</b> Crisley da Silva Guenin  Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ  Hospital Universitário Pedro Ernesto - Laboratório de Telessaúde  Boulevard 28 de Setembro, 77. Prédio CePeM - 3º andar. Vila Isabel.  Rio de Janeiro, RJ, Brasil - CEP: 20551-030  <a href="mailto:crisleyguenin@hotmail.com">crisleyguenin@hotmail.com</a></p>
<p><b>Editora:</b> Dra. Christiane de Fátima Colet</p>

*Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença Creative Commons.*

