



APLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS NA ÁREA DE FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO: REVISÃO INTEGRATIVA

APPLICABILITY OF TECHNOLOGIES IN THE AREA OF PHYSICAL THERAPY AND REHABILITATION: INTEGRATIVE REVIEW

Júlio César da Rocha Alves^{1*}; Luciana da Silva Alves²; Aline Batista dos Santos²; Isabela Contente Pereira²; Danielle Ferreira de Souza³; Valéria Marques Ferreira Normando⁴

RESUMO: Objetivo: O objetivo do estudo foi analisar características da aplicação de tecnologias na área de Fisioterapia e reabilitação.

Metodologia: Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, executada nas bases Scielo, Lilacs, Medline e Pubmed, composta por artigos de revisão, em português e inglês, publicados entre 2013 e 2023. Os artigos foram submetidos à leitura dos títulos e resumos, visando excluir duplicados ou sem pertinência, e avaliação de qualidade metodológica. Os processos de seleção e avaliação foram realizados por dois pesquisadores com divergências resolvidas por um terceiro. Realizou-se uma análise narrativa para a descrição e síntese dos resultados.

Resultados: A busca retornou 421 estudos, após os processos de seleção, 33 artigos compuseram a amostra final. Destaca-se que 60,6% foram oriundos da Europa e 15,2% da América do Norte. 21,2% abordaram a Reabilitação Neurológica e 18,2% a Saúde do Idoso. Sobre o tipo de tecnologia abordada, 18,2% abordaram Tecnologias móveis e 15,2% Telessaúde. **Conclusões:** Destaca-se a tendência nos estudos da exploração de tecnologias digitais e eletrônicas incorporadas aos recursos voltados à reabilitação.

PALAVRAS-CHAVE: Modalidades de Fisioterapia. Tecnologia Biomédica. Informática Médica.

ABSTRACT: Aim: The objective of the study was to analyze characteristics of the application of technologies in the area of Physical therapy and rehabilitation. **Methodology:** This is an integrative literature review study, carried out in the SciELO, LILACS, MEDLINE and PubMed databases, composed of review articles, in Portuguese and English, published between 2013 and 2023. The articles were submitted to the reading of titles and abstracts, aiming to exclude duplicates or articles without relevance, and evaluation of methodological quality. The selection and evaluation processes were carried out by two researchers with disagreements resolved by a third party. A narrative analysis was performed to describe and summarize the results. **Results:** The search returned 421 studies, after the selection processes, 33 articles made up the final sample. It is noteworthy that 60.6% came from Europe and 15.2% from North America. 21.2% addressed Neurological Rehabilitation and 18.2% the Older Adult Health. Regarding the type of technology addressed, 18.2% addressed Mobile Technologies and 15.2% Telehealth. **Conclusions:** The trend in studies towards the exploration of digital and electronic technologies incorporated into resources aimed at rehabilitation stands out.

KEYWORDS: Physical Therapy Modalities. Biomedical Technology. Medical Informatics.

¹Doutorando em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil; ²Discente de Fisioterapia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil; ³Mestre em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil; ⁴Doutora em Neurociências e Biologia Celular, docente do doutorado em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil.

*Autor correspondente: Júlio César da Rocha Alves – Email: rocha_alvesjc@hotmail.com.

Recebido: 05 ago. 2024

Aceito: 01 set. 2024

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



INTRODUÇÃO

Na atual sociedade, a área da saúde tem se destacado pelo seu dinamismo, que muito se relaciona à inovação, com o desenvolvimento científico e tecnológico se tornando cada vez mais rápido em busca de novos produtos e processos¹. A longevidade da população impacta a demanda aos sistemas de saúde, no aumento da prevalência de doenças crônicas e nas limitações de financiamentos. Nesse contexto, a introdução de tecnologias pode ajudar a melhorar a eficiência do sistema de saúde e o cuidado prestado aos pacientes/usuários².

De acordo com uma base de patentes internacional, os depósitos de registros na área de aparelhos e dispositivos de Fisioterapia em 2021 somaram 41.221, em pleno ápice das medidas de cuidado e restrição da pandemia, demonstrando que países como China, Japão e estados Unidos, potencializaram pesquisas e produções tecnológicas neste período³.

A implantação de soluções tecnológicas durante a pandemia do COVID-19 contribuiu de forma decisiva para a redução da aglomeração nos espaços de saúde, rapidez e facilidade de acesso aos serviços de assistência, sobretudo em países que já apresentavam avanço tecnológico na área de e-Health⁴.

Como parte das especialidades atuantes na reabilitação, o fisioterapeuta passou a experimentar um processo disruptivo na sua assistência tradicional com o início da pandemia, sendo identificada a necessidade de implementar medidas e recursos para manter o funcionamento dos serviços e a assistência profissional de forma não presencial aos usuários⁵.

O uso das ferramentas tecnológicas de informação vem contribuindo para a condução do processo de reabilitação de uma ampla gama de pacientes. Como exemplo, citam as tecnologias domiciliares, que têm como vantagem fornecer flexibilidade de local e tempo na terapia de reabilitação e possibilitando o feedback remoto⁶.

O impacto de demandas tecnológicas no referido período também se verifica no setor educacional. Se antes do período de pandemia o uso de tecnologias de comunicação e informação no ensino superior em Fisioterapia já era objeto de grande interesse da ciência e da sociedade, com o advento da pandemia, houve um salto da importância destes aspectos e diversos estudos passaram a ser realizados com o intuito de compreender as transformações tecnológicas ocorridas e seus impactos acadêmicos⁷.

As tecnologias em saúde (TS) podem ser classificadas de acordo com Merhy (2007) como tecnologias leve, leve-dura e dura. As TS leves são compreendidas como tecnologias relacionais, sendo o vínculo, acolhimento, responsabilização e autonomização os focos principais. As TS leve-dura relacionam-se com a utilização de saberes estruturados ou tecnologias-saberes. E por fim, as TS duras correspondem aos equipamentos, como os ventiladores mecânicos, as bombas de infusão e aparelhos em geral⁸.

Outra classificação de TS é a de Nietzsche et al. (2005) que se divide em Tecnologias Educacional, Gerencial e Assistencial. A Tecnologia Educacional consiste num conjunto de conhecimentos que visam o planejamento, o controle e o acompanhamento do processo educacional formal e informal. Tecnologia Gerencial são processos teórico-práticos utilizados no gerenciamento da assistência de saúde no contexto prático profissional, buscando a melhoria da qualidade. E por fim, a Tecnologia Assistencial que inclui a construção de um saber técnico-científico resultante de investigações, aplicações de teorias e da experiência profissional para a prestação de assistência qualificada⁹.

Neste cenário, torna-se cada vez mais imprescindível, o investimento em inovação e tecnologia em saúde nos países emergentes, visando adequar necessidades aos recursos disponíveis e reduzir a

dependência tecnológica externa. É nesse sentido que a pesquisa apresenta inegável relevância epidemiológica, buscando basear os estudos e projetos de inovação tecnológica em demandas reais de promoção da saúde, prevenção de agravos e melhorias da qualidade de vida da população.

Desta forma, o presente estudo busca analisar as características atuais e a evolução recente da aplicação de tecnologias na área de Fisioterapia abordadas em estudos científicos, identificando áreas de atuação, tecnologias abordadas e lacunas de investigação. Espera-se, assim, contribuir com bases para o desenvolvimento de produtos educacionais voltados a facilitar atividades de ensino, pesquisa e inovação tecnológica na área de Fisioterapia e reabilitação.

MÉTODOS

ASPECTOS ÉTICOS

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará (UEPA) com parecer nº. 5.956.698.

TIPO DE ESTUDO E ETAPAS

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, que segundo Sousa, et al., (2017), é definida como um método de investigação por meio de sínteses de diversos tipos de estudos científicos que incorporam resultados de pesquisas sobre um determinado tema, seguindo protocolos rígidos e detalhados para sua construção, de modo a obter resultados críticos¹⁰. O primeiro passo no delineamento da revisão sistemática foi definir a questão de pesquisa, que consistiu em: “Quais as características atuais da utilização de tecnológicas na área de Fisioterapia?”.

BUSCA NAS BASES

A busca inicial foi executada em 24 de abril de 2023 nas bases Scielo, Lilacs, Medline e Pubmed, foi composta de artigos completos de revisão, nos idiomas português e inglês, publicados entre os anos de 2013 e 2023. A definição dos termos de busca foi feita a partir da base Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), obtendo como resultados os descritores selecionados em português e inglês:

- Tecnologia em saúde (*Health Care Technology*)
- Tecnologia Biomédica (*Biomedical Technologies*)
- Fisioterapia (*Physical Therapy*)

Com base nos descritores foi construída a estratégia de busca por meio da combinação dos termos de busca com os operadores booleanos, obtendo-se a sentença em português e em inglês:

((Tecnologia em saúde) OR (Tecnologia Biomédica)) AND (Fisioterapia)
 ((*Health Care Technology*) OR (*Biomedical Technologies*)) AND (*Physical Therapy*)

PROCESSO DE SELEÇÃO

Os artigos resultantes da busca inicial foram organizados por meio do software Zotero versão 6.0.27. A avaliação e seleção das publicações nesta fase do estudo foi realizada por dois avaliadores independentes, sendo utilizado um terceiro diante da necessidade de direcionamento. Os artigos foram submetidos à leitura dos títulos e resumos, visando identificar e excluir publicações duplicadas ou sem pertinência temática.

Os artigos resultantes da primeira filtragem foram submetidos à leitura completa, na qual foi executada nova filtragem de publicações pela qualidade metodológica. As divergências entre os avaliadores foram resolvidas com a participação de um terceiro avaliador.

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos foi utilizada uma versão do instrumento *Assessment of Multiple Systematic Reviews* (AMSTAR) adaptado ¹¹. Foram selecionados os artigos que obtiveram pontuação mínima de 10 pontos no AMSTAR, sendo considerada a média aritmética entre os avaliadores.

EXTRAÇÃO DOS DADOS

As variáveis de interesse para o estudo foram extraídas e registradas em formulário próprio e armazenadas em planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2010™, sendo: Título do artigo; idioma; ano e local de publicação; área de concentração; periódico; abrangência cronológica; objetivos; tipo de estudo; Tipo de tecnologia; critérios de inclusão e exclusão; instrumentos de medida; principais resultados; conclusão.

ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada uma análise do tipo narrativa para a descrição e síntese dos resultados da revisão. As tecnologias em saúde abordadas nos estudos incluídos foram classificadas por Merhy como tecnologias leve, leve-dura e dura ⁸. Os estudos também foram classificados segundo a escala de Nietzsche ⁹ em tecnologias educacional, gerencial e assistencial. Os dados quantitativos foram analisados por meio do software Microsoft Office Excel 2010™, representados por frequências simples e percentuais e organizados em tabelas e gráficos. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A busca inicial obteve no total 421 resultados, sendo 243 excluídos por duplicação. Dos 178 artigos restantes, 94 foram excluídos por não estarem disponíveis em versão completa gratuita. Os 84 artigos restantes foram submetidos a leitura completa, sendo 45 destes excluídos por falta de pertinência com o tema da pesquisa, restando 39 artigos.

A próxima etapa foi a avaliação de qualidade, na qual foi obtida pontuação média de 11,47 ($\pm 1,36$) no AMSTAR. Apenas 6 artigos foram excluídos por não obterem a pontuação mínima, resultando

em 33 artigos utilizados como amostra final do estudo, conforme o fluxograma abaixo. O esquema do processo de busca e seleção é mostrado na figura 1.

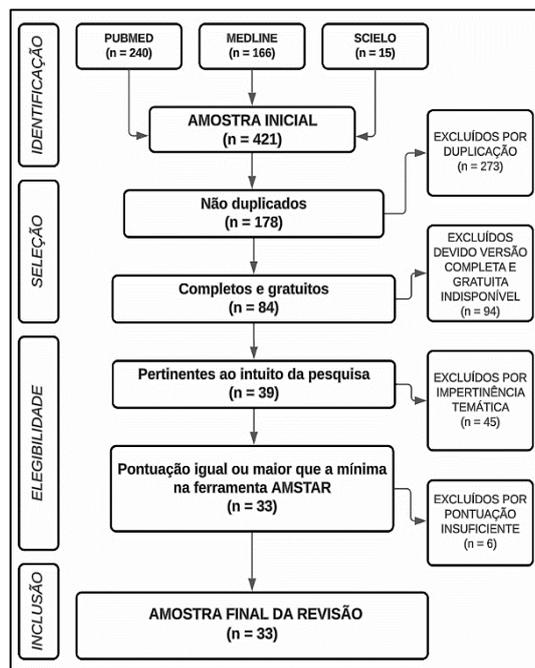


Figura 1. Esquema do processo de busca e seleção dos artigos

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em relação ao local de origem dos estudos incluídos, destaca-se que 20 (60,6%) foram oriundos da Europa, seguido pela América do Norte com 5 (15,2%) publicações. A figura 2 apresenta a distribuição dos artigos incluídos entre os países de origem. Na distribuição dos artigos pelo ano de publicação, obteve-se 12 (36,4%) entre 2020 e 2021, e 11 (33,3%) de 2022 a 2023. Sobre a área de aplicação dos estudos, 7 (21,2%) abordaram a Reabilitação neurológica e 6 (18,2%) a área de saúde do idoso. A tabela 1 apresenta os dados gerais completos dos artigos incluídos.

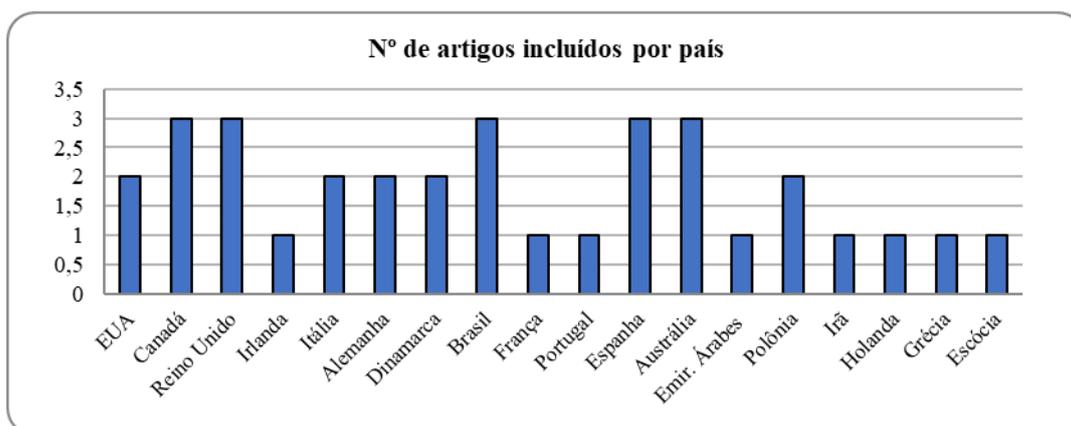


Figura 2. Quantidade de estudos incluídos por país de origem

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Tabela 1. Características gerais dos artigos incluídos no estudo

Região de origem		
	n	%
América do Norte	5	15,2
América do Sul	3	9,1
Europa	20	60,6
Oriente médio	2	6,1
Oceania	3	9,1
	p < 0,0001*	
Ano de publicação		
	n	%
2016-2017	5	15,2
2018-2019	5	15,2
2020-2021	12	36,4
2022-2023	11	33,3
	p = 0,04*	
Área de aplicação		
	n	%
Órtese/prótese	1	3,0
Saúde mental	1	3,0
Reab. musculoesquelética	4	12,1
Reab. pulmonar/cardiovascular	4	12,1
Saúde do idoso	6	18,2
Reab. Neurológica	7	21,2
Saúde da Mulher	3	9,1
Reumatologia	2	6,1
Queimaduras	1	3,0
Tecnologia em saúde	4	12,1
	p = 0,18*	

Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A respeito do tipo de tecnologia abordada nos 33 artigos analisados, 6 estudos (18,2%) foram relacionados com Tecnologias de saúde em geral (*eHealth*), também 6 estudos abordaram Tecnologias móveis (*mHealth*), e 5 (15,2%) Tecnologias de Telessaúde ou Telereabilitação. Os resultados completos sobre classificação das tecnologias encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Classificação das tecnologias abordadas nos artigos incluídos no estudo

Tecnologia abordada		
	n	%
Sistemas de avaliação	4	12,1
Tecnologia de movimento	1	3,0
Tecnologia móvel (<i>mHealth</i>)	6	18,2
Dispositivos ortopédicos	1	3,0
Robótica	1	3,0
Tecnologia em saúde (<i>eHealth</i>)	6	18,2
Monitores de atividade física	3	9,1
Neuropróteses motoras	1	3,0
Telessaúde	5	15,2
Exoesqueletos	1	3,0
Realidade virtual/aumentada	3	9,1
Registros eletrônicos de saúde	1	3,0
p= 0,12*		
Classificação Merhy		
	n	%
Tecnologia Leve	1	3,0
Tecnologia Leve-dura	25	75,8
Tecnologia Dura	5	15,2
Tecnologia em Geral	2	6,1
p< 0,0001*		
Classificação Nietzsche		
	n	%
Tecnologia Educacional	11	33,3
Tecnologia Gerencial	2	6,1
Tecnologia Assistencial	17	51,5
Tecnologia não específica	3	9,1
p= 0,0003*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

De acordo com a classificação Merhy, 25 estudos (75,8%) estão relacionados com tecnologias leve-duras, 5 (15,2%) artigos abordaram tecnologias duras e 1 (3,0%) tecnologias leves. 6,1% dos estudos abordaram tecnologias de forma abrangente, sendo classificadas como “tecnologia em geral”.

Segundo a classificação de Nietzsche, foram encontrados os seguintes resultados: 17 (51,5%) relacionado com a tecnologia assistencial, 11 (33,3%) com tecnologia educacional, e 2 (6,1%) tecnologia do tipo gerencial. Em relação a esta classificação, 3 (9,1%) estudos abordaram tecnologias de modo abrangente, sendo classificadas como “tecnologia não específica”.

Algumas características metodológicas dos estudos incluídos são apresentadas na tabela 3. Podemos destacar que, em relação ao tipo de estudo, 18 (54,5%) consistiram em revisões sistemáticas simples e 12 (36,4%) em revisões sistemáticas com metanálise. Sobre o objetivo geral das pesquisas, 15 estudos (45,5%) foram descritos como exploração tecnológica (sem enfoque direto na intervenção clínica); 8 (24,2%) estudos de eficácia (intervenção clínica sem controle) e 10 (30,3%) estudos de eficácia comparada (intervenção clínica com controle).

Tabela 3. Características metodológicas dos estudos incluídos

Tipo de estudo		
	n	%
Revisão sistemática	18	54,5
Rev. Sist. + Metanálise	12	36,4
Revisão de escopo	3	9,1
p= 0,0025*		
Objetivos		
	n	%
Eficácia	8	24,2
Eficácia comparada	10	30,3
Exploração tecnológica	15	45,5
p= 0,32*		
Método de análise		
	n	%
Metanálise	12	36,4
Síntese narrativa	13	39,4
Outros	3	9,1
Não informado	5	15,2
p= 0.02*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quanto aos resultados obtidos nos 18 estudos focados na eficácia e eficácia comparada das tecnologias, destaca-se que 11 (61,1%) apresentaram efeito positivo (melhora clínica em relação ao controle adotado); 2 (11,1%) efeito negativo (efeito inferior ao controle); e 5 (27,8%) efeito inconclusivo. Entre os 12 estudos que realizaram metanálise dos dados, apenas 4 estudos relataram resultados estatisticamente significativos, 3 estudos referiram resultados não significativos; e 5 resultados indeterminados em relação à significância.

DISCUSSÃO

Esta revisão reúne informações científicas abordando aplicações tecnológicas na área de Fisioterapia e reabilitação nos últimos 10 anos, apresentando achados de grande interesse, incluindo estudos focados em diversas especialidades e variados tipos de tecnologias adotadas, com destaque para os recursos digitais.

A maioria dos artigos foi proveniente da Europa, o que ainda demonstra a priorização das tecnologias em saúde neste bloco geográfico, apesar da tendência observada de despolarização, com produções provenientes da América do Sul e do Oriente Médio. A saúde representa uma área de geração de tecnologias onde a definição de agendas concentra-se principalmente nos países desenvolvidos, e atende principalmente populações com maior poder aquisitivo¹².

Um exemplo desta disparidade é apresentado por aplicativos de combate à Incontinência Urinária, desenvolvidos no Brasil, apresentarem menor confiabilidade em comparação com outros para treinamento muscular pélvico, oriundos da Nova Zelândia, os quais apresentaram um maior escore de qualidade¹³. Essa variação ocorre devido a diversos fatores, principalmente pelo maior investimento em pesquisas nos países desenvolvidos.

Observando a distribuição das publicações ao longo do recorte temporal, percebe-se um notável aumento na quantidade de artigos nos anos de 2020 e 2021, coincidindo com o início da pandemia do

COVID-19 e as medidas restritivas provenientes. Mesmo nos anos seguintes, com o relaxamento do isolamento, o ritmo se manteve, demonstrando que a abordagem tecnológica na área de Fisioterapia torna-se um tema consolidado.

Em relação à área de aplicação dos estudos incluídos, verificou-se a prevalência das aplicações em Reabilitação Neurológica e temas relacionados à Saúde do Idoso, o que demonstra a importância da produção tecnológica nestas áreas, devido, entre outros fatores, aos altos custos e longa duração dos cuidados de saúde e reabilitação nestas populações.

A intervenção de aplicativos móveis em doenças do Sistema Nervoso Central apresenta evidências de eficácia, o que possibilita um melhor monitoramento desses pacientes, obtendo resultados significativos quanto à melhora no âmbito das reabilitações física e cognitiva ¹⁴.

Nesse aspecto, a terapia robótica se mostrou particularmente eficaz no tratamento de pacientes com sequelas de Acidente Vascular Cerebral, que não conseguem andar de forma independente ¹⁵. Para estes pacientes, o objetivo mais importante é recuperar a autonomia da marcha, o que foi mais facilmente alcançado por meio da terapia robótica na forma de assistência eletromecânica.

Em uma das revisões incluídas, ressalta-se que os exoesqueletos vestíveis são um exemplo de dispositivos que permitem a interação ativa do paciente na reabilitação da marcha, pesquisas relacionadas a esses equipamentos vêm crescendo significativamente nos últimos anos, pois possibilitam auxiliar os pacientes de forma ativa ¹⁶.

Os recursos tecnológicos abordados na maioria dos estudos foram relacionados a aplicações digitais de saúde em geral, que assumiram, nos últimos anos, a denominação *eHealth (Eletronic Health)*, referindo-se a diversas aplicações tecnológicas em contextos de saúde ¹⁷. Tais estudos partem da possibilidade de integrar padrões de atividades em interfaces facilitadoras no manejo de informações, o que otimizará a gestão e o planejamento de estratégias de intervenção em saúde.

Outro destaque verificado se trata das Tecnologias Móveis ou *mHealth (Mobile Health)*, que são recursos intermediados por plataformas de realidade virtual e dispositivos digitais móveis (smartphones ou tablets). Frisa-se a possibilidade de utilização das *mHealth* na detecção precoce de demandas em saúde, por exemplo, por meio de questionários e softwares de monitoramento clínico em pacientes hospitalizados ¹⁸.

Também chama atenção a ocorrência de estudos que exploram a Telessaúde ou Telereabilitação como meio de abordagem dos usuários, alternativas que esboçam a quebra do paradigma acerca da necessidade do contato presencial entre terapeuta e paciente. Resultados positivos já são apontados em recursos de Telereabilitação quando comparados a alternativas terapêuticas tradicionais, com significativa redução de sintomas e notória adesão ao tratamento em crianças e adolescentes ¹⁹.

Ainda sob a perspectiva remota, a telessaúde de ponta otimiza a terapia de exercícios domiciliares e a qualidade de vida em pessoas com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) estável, além de minimizar a dispneia funcional, superando grupos sem terapia e assemelhando-se a grupos em atendimento ambulatorial/hospitalar ou domiciliar na ausência da tecnologia ²⁰.

A notoriedade dessas abordagens aponta um crescente interesse em formas remotas de assistência, tendo em vista que, além de desafogar os sistemas de saúde públicos e privados, pode reduzir custos em redes de acolhimento físicas. Conforme revisão sistemática analisada ²¹, devido à pandemia do COVID-19, os atendimentos fisioterapêuticos ficaram limitados, ensejando o fomento de ferramentas de telessaúde, com evidências de alta aceitação e efetividade no atendimento fisioterapêutico.

Nesse sentido, é pertinente citar a Resolução nº 516 do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) ²², de 20 de março de 2020, a qual dispõe sobre Teleconsulta,

Telemonitoramento e Teleconsultoria, enfatizando a autonomia e a independência do profissional na determinação dos atendimentos que podem ser acompanhados à distância:

A Teleconsulta consiste na consulta clínica registrada e realizada pelo Fisioterapeuta ou Terapeuta Ocupacional à distância. O Telemonitoramento consiste no acompanhamento à distância, de paciente atendido previamente de forma presencial, por meio de aparelhos tecnológicos - **preservando e desburocratizando o vínculo profissional-paciente**. Nesta modalidade o Fisioterapeuta (...) deve decidir sobre a necessidade de encontros presenciais para a reavaliação, (...). A Teleconsultoria consiste na comunicação registrada e realizada entre profissionais, (...), com o fim de esclarecer dúvidas sobre procedimentos clínicos, ações de saúde e questões relativas ao processo de trabalho (Grifo nosso).

Conforme a análise dos estudos baseada na classificação de Merhy apresentou maior ocorrência de tecnologias leve-duras, o que corrobora com a revisão incluída na qual a maioria dos estudos utilizaram as tecnologias leve-duras, relacionadas a complicações no membro superior pós-cirurgia do câncer de mama ²³.

Compreende-se que a classificação de Merhy relaciona-se aos processos, tecnologias e formas de obter melhorias nas condições de saúde. As tecnologias leve-dura relacionam-se com a utilização de saberes estruturados ou tecnologias-saberes, possibilitando visualizar o indivíduo, objeto de sua intervenção e compreender as suas necessidades e demandas ⁸. De acordo com a classificação de Nietzsche, a maioria dos estudos abordaram Tecnologias Assistenciais, o que aponta para uma maior ênfase nas aplicações tecnológicas voltadas a intervenções de Fisioterapia e reabilitação.

A ênfase assistencial das tecnologias também se verifica no objetivo dos estudos que, na sua maioria, focaram na eficácia dos recursos, abrangendo estudos controlados e não controlados. Destaca-se o estudo que comprova o benefício das tecnologias da informação e comunicação à distância no treinamento de equilíbrio em idosos, reduzindo, conseqüentemente, os riscos de quedas ²⁴.

Cabe destacar que a maioria dos estudos sobre aplicação clínica obtiveram resultados positivos em relação aos efeitos e à eficácia das tecnologias, mesmo levando em consideração a grande variabilidade metodológica. Como exemplo, cita-se o estudo acerca da reabilitação do equilíbrio assistida por tecnologia em indivíduos com lesão medular, envolvendo plataformas de força e treinadores de marcha robóticos ²⁵. Porém, deve-se frisar que a maioria destes estudos não relataram resultados estatisticamente significativos.

Os dados analisados reiteram o potencial de aplicabilidade dos recursos tecnológicos na área de Fisioterapia e reabilitação, com destaque dos meios eletrônicos e digitais, como a Realidade virtual e os aplicativos móveis, assim como os recursos de telereabilitação. Um recorte dessa realidade é a pesquisa em que a Realidade Aumentada, aliada a terapias convencionais, mostrou-se eficaz na melhora do equilíbrio e da marcha de parkinsonianos, ainda que se considere a falta de homogeneidade nas intervenções ²⁶.

Segundo dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), as tecnologias emergentes relacionadas à reabilitação, notadamente à mobilidade, vêm se beneficiando do uso de componentes digitais como sensores, inteligência artificial, neuropróteses avançadas, auxiliares avançados de marcha, cadeiras de rodas avançadas, exoesqueletos e outras tecnologias facilitadoras ²⁷.

Diversos recursos abordados nos estudos podem ser caracterizados como Tecnologias Assistivas (TA), apesar do termo específico não ser adotado em grande parte das publicações. Os dispositivos de TA constituem um importante fator de intervenção ambiental na edificação do quadro de saúde, a qual visa adaptar as Atividades de Vida Diária (AVDs) de indivíduos as suas demandas específicas, a exemplo

do público infantil com deficiências neurofuncionais ²⁸. Recursos de TA também são importantes na inclusão funcional de pessoas com comorbidades incapacitantes e doenças crônicas ²⁹.

As limitações nesta revisão, enaltecem a possibilidade de ampliar o espectro de alcance das buscas, tais como: número de bases de dados acessadas, o refinamento das palavras-chave, a fim de permitir uma busca mais abrangente, assim como, o caráter geral da exploração do tema, o que limitou o aprofundamento em áreas específicas de tecnologia na Fisioterapia, podendo ser justificado pelo objetivo de análise panorâmica do estudo.

Deve-se destacar, também, uma limitação sobre a possível perda de inclusão de estudos importantes sobre o tema devido aos critérios de inclusão e exclusão adotados, o que poderia, inclusive, influenciar dados como a distribuição geográfica dos estudos e os tipos de tecnologias abordadas. Ressalta-se, porém, que os critérios metodológicos da revisão visam garantir a qualidade dos estudos incluídos e preservar a propriedade das análises.

As implicações práticas do estudo envolvem a concepção de que produtos educacionais voltados ao processo de desenvolvimento tecnológicos em Fisioterapia poderão alcançar maior inserção na promoção da saúde se enfatizarem recursos direcionados a áreas com demanda e embasamento científico, notadamente nas áreas de reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como destacar aplicações para dispositivos móveis e os recursos de Telessaúde.

Os recursos eletrônicos e digitais destacados no estudo representam uma adaptação da pesquisa e assistência em saúde ao atual mundo digital. São necessários mais estudos de qualidade acerca da aplicação tecnológica em áreas específicas da Fisioterapia e da reabilitação, explorando, sobretudo, os requisitos teóricos e técnicos dos recursos, assim como os efeitos terapêuticos das intervenções.

CONCLUSÃO

A análise das características atuais da aplicação tecnológica na Fisioterapia permitiu identificar diversas áreas em destaque nos estudos científicos analisados, como na reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como o potencial de recursos específicos como as aplicações para dispositivos móveis e os recursos de Telessaúde. Destaca-se aqui a tendência nos estudos da exploração de tecnologias digitais e eletrônicas incorporadas aos recursos voltados à reabilitação. Espera-se que as informações reunidas contribuam ao fornecer embasamento para futuras pesquisas na área de inovação e desenvolvimento tecnológicos em Fisioterapia, assim como, despertar a necessidade da inserção da temática tecnológica em atividades de ensino e formação profissional em saúde.

REFERÊNCIAS

1. Moura L. Monitoramento e avaliação da propriedade intelectual em um laboratório de inovação tecnológica voltado para saúde. R. Bras. Inov. Tecnol. Saúde. 2019;9(1):12. <https://doi.org/10.18816/r-bits.v1i9.17987>
2. Ruiz Morilla MD, Sans M, Casasa A, Giménez N. Implementing technology in healthcare: insights from physicians. BMC Med Inform Decis. 2017;17(1):92. <https://doi.org/10.1186/s12911-017-0489-2>
3. World Intellectual Property Organization (WIPO). Pesquisa simples de patentes. [Acesso em: 13 mar 2024]. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>

4. Celuppi IC, Lima GS, Rossi E, Wazlawick RS, Dalmarco EM. Uma análise sobre o desenvolvimento de tecnologias digitais em saúde para o enfrentamento da COVID-19 no Brasil e no mundo. *CSP* [online]. 2021;37(3):e00243220. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00243220>
5. Ruaro MB, Ruaro JA, Paula D. Prospecção de Tecnologias para Telerreabilitação: inovação nos atendimentos fisioterapêuticos. *Cadernos de Prospecção*, [S. l.]. 2022; 15(1):161–177. <https://doi.org/10.9771/cp.v15i1.45998>
6. Chen Y, Abel KT, Janecek JT, Chen Y, Zheng K, Cramer SC. Home-based technologies for stroke rehabilitation: A systematic review. *Int J Med Inform*. 2019;123:11–22. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.12.001>
7. Galvão MCB, Ricarte ILM, Rezende G, Calandrin ID. Tecnologias da informação e comunicação no ensino da Fisioterapia, Terapia Ocupacional e Fonoaudiologia durante a pandemia de COVID-19. *Avaliação (Campinas)* [Internet]. 2023;28:e023014. <https://doi.org/10.1590/S1414-40772023000100021>
8. Almeida ATD. Tecnologias para a promoção da saúde de estudantes universitários: revisão de escopo. 106f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/52630?locale=pt_BR
9. Nietzsche EA, Backes VMS, Colomé CLM, Ceratti RN, Ferraz F. Tecnologias educacionais, assistenciais e gerenciais: uma reflexão a partir da concepção dos docentes de enfermagem. *Rev Latino-Am Enfermagem*, 2005;13(3):344–352. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692005000300009>
10. Sousa LMM, Marques-Vieira CMA, Severino SSP, Antunes AV. A Metodologia de Revisão Integrativa de Literatura em Enfermagem. *Revista Investigação em Enfermagem*. 2017. 17-26. <https://www.researchgate.net/publication/321319742>
11. Costa AB, Zoltowski APC, Koller SH, Teixeira MAP. Construção de uma escala para avaliar a qualidade metodológica de revisões sistemáticas. *Cien Saúde Colet*. [online]. 2015;20(8): 2441-2452. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015208.10762014>
12. Urti CT, Soares MCC, Vargas M. Priorização das necessidades do sistema público de saúde e produção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. *CTS*, 2019;14(40):135–135. <https://www.redalyc.org/journal/924/92459230005/html/>
13. Dantas LO, Carvalho C, Santos BL de J, Ferreira CHJ, Bø K, Driusso P. Mobile health technologies for the management of urinary incontinence: A systematic review of online stores in Brazil. *Braz J Phys Ther* [Internet]. 2021;25(4):387–95. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.01.001>
14. Triantafyllidis A, Segkouliet S, Zygouris S, Michailidou C, Avgerinakis K, Fappa E et al. Mobile App Interventions for Parkinson’s Disease, Multiple Sclerosis and Stroke: A Systematic Literature Review. *Sensors*. 2023; 23(7):3396. <https://doi.org/10.3390/s23073396>
15. Carpino G, Pezzola A, Urbano M, Guglielmelli E. Assessing Effectiveness and Costs in Robot-Mediated Lower Limbs Rehabilitation: A Meta-Analysis and State of the Art. *J Healthc Eng*. 2018 Jun 4;2018:7492024. <https://doi.org/10.1155/2018/7492024>

16. Rodríguez-Fernandéz A, Lobo-Prat J, Font-Llagunes JM. Systematic review on wearable lower-limb exoskeletons for gait training in neuromuscular impairments. *J. Neuroengineering Rehabil.* 2021;18(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00815-5>
17. Molina R, Segovia-Porras A, Ruiz M, Baca-Garcia E. eHealth tools for assessing psychomotor activity in schizophrenia: a systematic review. *BJP.* 2021;43(1):102–7 <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2019-0867>
18. Andreotti ET, Ipuchima JR, Pivetta MVL, Arieta AG, Cazella SC, Herbert JS et al. Detect-S: an mHealth application to assist health professionals to identify suicide risk in hospitalized patients. *Trends Psychiatry Psychother.* 2021; 43(3):200–6. <https://doi.org/10.47626/2237-6089-2020-0079>
19. Santos MTN, Moura SCDO, Gomes LMX, Lima AH, Moreira RS, Silva CD et al. Telehealth application on the rehabilitation of children and adolescents. *RPPed.* 2014; 32(1):136–43. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822014000100020>
20. Bonnevie T, Smondack P, Elkins M, Gouel B, Medrinal C, Combret Y et al. Advanced telehealth technology improves home-based exercise therapy for people with stable chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review, *J Physiother.* 2021;67(1):27-40. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2020.12.006>
21. Zischke C, Simas V, Hing W, Milne N, Spittle A, Pope R. The utility of physiotherapy assessments delivered by telehealth: A systematic review. *J Glob Health.* 2021 Dec 18;11:04072. <https://doi.org/10.7189%2Fjogh.11.04072>
22. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO). Resolução nº 516 de 20 de março de 2020 - Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria [online]. Brasília: Diário Oficial da União. 2020. [Acesso em: 21 jun 2024]. Disponível em <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=15825>
23. Gonçalves ML, Tomadon A, Cruz LAP, Gozzo TO. Tecnologias em saúde aplicadas na reabilitação de mulheres com câncer de mama: revisão de escopo. *Acta Fisiátrica [S. l.].* 2020; 27(1):51-57. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v27i1a168763>
24. Gaspar AGM, Lapão LV. eHealth for Addressing Balance Disorders in the Elderly: Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2021; 23(4): e22215. <https://doi.org/10.2196/22215>
25. Lorusso M, Tagliamonte NL, Tramontano M, Fresch A, Granelli G, Smania N et al. Technology-assisted Balance Assessment and Rehabilitation in Individuals with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *NeuroRehabilitation,* 2022;51(2):213-230. <https://doi.org/10.3233/nre-220060>
26. Vinolo MJG, Gonzalez-Medina G, Lucena-Anton D, Perez-Cabezas V, Ruiz-Molinero MDC, Martín-Valero R. Augmented Reality in Physical Therapy: Systematic Review and Meta-analysis *JMIR Serious Games.* 2021; 9(4):e30985. <https://doi.org/10.2196/30985>
27. World Intellectual Property Organization (WIPO). *Technology Trends 2021: Assistive Technology.* Chemin des Colombettes, Geneva 20, Switzerland, 2021. [Acesso em: 25 mar 2024]. Disponível em <https://www.wipo.int/web/technology-trends/assistive-technology/visualization>
28. Varela RCB, Oliver FC. A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. *Ciênc saúde coletiva [Internet].* 2013 Jun;18(6):1773–84. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000600028>

29. Imamura M. Tecnologia assistiva e deficiência: avaliação clínica e resultados funcionais. *Acta Fisiátr.* [Internet]. 2019;26(2):119-22. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v26i2a165645>