

Robótica na fisioterapia: Proposta de dispositivo robótico adaptado para utilização na reabilitação neurológica

Larissa Natsumi Arakaki Himeno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia
Porto Velho, Brasil
larissa.himeno@estudante.ifro.edu.br

Daniel Oliveira dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia
Porto Velho, Brasil
daniel2892santos@gmail.com

Rayssa Crithiny Santos Baker

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia
Porto Velho, Brasil
rayssa.seringueiras@gmail.com

Kaio Alexandre da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia
Porto Velho, Brasil
kaio.silva@ifro.edu.br

Abstract

Low patient retention in psychomotor rehabilitation is a recurring challenge, due to the perception that the exercises are repetitive or painful. Robotics and gametherapy emerge as promising alternatives, allowing the adaptation of exercises to neuromotor conditions and stimulating motor, cognitive, and social functions. This work presents the development of ProReab, a robotic device that integrates electromechanical height and tilt adjustments, favoring the inclusion of bedridden patients or those with physical limitations. Furthermore, it utilizes low-cost materials to democratize access to rehabilitation. In addition, the device features a touchscreen and an embedded mini-computer with games for use in gametherapy. ProReab seeks to offer an accessible and effective solution, combining technological innovation with improved therapeutic adherence.

Keywords

Robótica na saúde, reabilitação neurológica, psicomotricidade

1 Introdução

A psicomotricidade combina aspectos motores, emocionais e cognitivos, promovendo desenvolvimento global e reabilitação funcional [1]. Entretanto, a baixa adesão ao tratamento psicomotor compromete a eficácia terapêutica e prolonga o tempo de recuperação, já que muitos pacientes abandonam a fisioterapia antes de alcançar resultados satisfatórios [2].

A robótica aplicada à saúde possibilita a execução controlada e precisa de exercícios, aumentando a confiabilidade e o engajamento dos pacientes. [3]. Paralelamente, a gameterapia, entendida como o uso de jogos eletrônicos com fins terapêuticos, estimula funções psicomotoras por meio de atividades interativas e lúdicas [4]. A combinação entre precisão tecnológica e estímulo lúdico contribui para maior permanência e confiança no processo de reabilitação.

Todavia, comumente projetos que integram robótica e gameterapia apresentam custos elevados e exigem infraestrutura especializada, dificultando o acesso. Além disso, soluções baseadas em realidade



Figure 1: Protótipo do ProReab

virtual geralmente não contemplam pacientes acamados ou com certas limitações motoras.

Para superar tais entraves, o *ProReab* foi desenvolvido com foco em acessibilidade e baixo custo, utilizando Raspberry Pi 4, monitor touchscreen de 32 polegadas, jogos digitais gratuitos e um sistema eletromecânico com ajustes de altura e inclinação. O dispositivo busca oferecer uma solução inclusiva e eficaz para a reabilitação psicomotora, unindo a leveza da gameterapia à precisão da robótica.

Este artigo está organizado em cinco seções: a Seção 2 apresenta trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve os materiais e métodos utilizados na prototipação; a Seção 4 discute os resultados; e a Seção 5 apresenta as considerações finais.

2 Trabalhos Relacionados

A integração entre gameterapia, robótica e tecnologias digitais tem sido explorada em diferentes dispositivos para reabilitação neuromotora. O sistema NIRVANA, por exemplo, utiliza projeções e câmeras de captura de movimento para promover a interação do paciente com ambientes virtuais, oferecendo estímulos visuais e auditivos que favorecem respostas motoras e cognitivas. [Erdogan] Outro sistema relevante é o Jintronix, plataforma de reabilitação baseada em captura de movimento integrada a jogos terapêuticos. Compatível com ambientes clínicos e domiciliares, emprega câmeras Kinect e fornece feedback visual e auditivo em tempo real, permitindo correção de movimentos, progressão individualizada

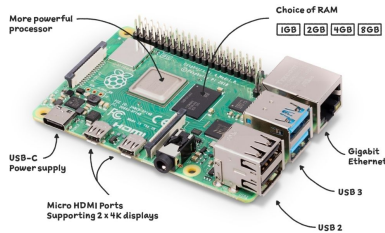


Figure 2: Raspberry Pi 4.

e personalização dos exercícios. [5] Já o MindMotion PRO é uma plataforma hospitalar voltada à reabilitação de membros superiores, integrando tecnologia de captura de movimento e um avatar que reproduz, em tempo real, os gestos do paciente em ambiente virtual 3D. Uma interface adicional permite ao terapeuta planejar e personalizar exercícios baseados em atividades da vida diária, com diferentes níveis de dificuldade. [6]

Embora eficazes, tais sistemas apresentam custos elevados, demandam sensores externos e infraestrutura complexa, além de restringirem a participação de pacientes acamados ou com limitações motoras. Essa análise evidencia a necessidade de soluções mais acessíveis, portáteis e inclusivas, que mantenham o engajamento terapêutico sem exigir recursos tecnológicos sofisticados.

3 Materiais e Métodos

Durante o desenvolvimento do *ProReab*, elaboramos o protótipo, incluindo pesquisa, seleção de materiais e prototipação.

3.1 Desenvolvimento do Protótipo

O protótipo foi projetado com foco em acessibilidade e adaptabilidade às limitações físicas dos pacientes. Os principais componentes selecionados foram:

- **Tela touch screen:** principal meio de interação, permitindo resposta tátil, direta e intuitiva.
- **Monitor e suporte ajustável:** estrutura física que sustenta o sistema, com capacidade de inclinação e variação de altura.
- **Sistema eletromecânico integrado:** responsável pela motorização do suporte, permitindo ajustes conforme a necessidade do paciente.
- **Raspberry Pi 4:** unidade computacional central em que instalamos os jogos digitais, escolhida por sua versatilidade (Representado na figura 2).

A Figura 1 apresenta a imagem ilustrativa do protótipo. A base da estrutura foi projetada em formato de “X”, permitindo o uso por pessoas em cadeira de rodas. Também foram adicionados contrapeços, para aumentar a estabilidade e prevenir acidentes durante o uso, e rodinhas na base para circulação no ambiente clínico.

4 Resultados e Discussão

O *ProReab* diferencia-se de sistemas existentes ao eliminar sensores externos e priorizar uma arquitetura de baixo custo e alta portabilidade. A integração de gameterapia e ajustes eletromecânicos de altura e inclinação amplia a elegibilidade de pacientes, incluindo aqueles acamados, e favorece posicionamentos ergonômicos durante o treino.

Do ponto de vista de usabilidade, a interação por touchscreen simplifica o fluxo terapêutico e potencializa o engajamento pela interação direta, ao mesmo tempo que o design foi pensado para obter maior segurança e incluir pessoas em cadeira de rodas sem a complexidade técnica, os custos elevados e a necessidade de uma infraestrutura especializada como soluções baseadas em câmeras e projeções.

Apesar do potencial identificado, o dispositivo encontra-se em fase inicial de desenvolvimento. A comprovação de sua eficácia depende da construção do protótipo físico e da realização de avaliações clínicas. A ausência de testes hospitalares limita, até o momento, a validação terapêutica. No entanto, os resultados preliminares indicam viabilidade técnica e relevância social, ao oferecer uma alternativa inclusiva e escalável para reabilitação psicomotora.

Como direções futuras, propõe-se a condução de estudos clínicos com medidas de desempenho motor, adesão e satisfação dos pacientes. Esses estudos permitirão estimar os efeitos terapêuticos, além de orientar melhorias de design e conteúdo dos jogos digitais utilizados.

5 Considerações finais

Este trabalho apresentou o desenvolvimento inicial do protótipo do *ProReab*, dispositivo que combina gameterapia e ajustes eletromecânicos para tornar a reabilitação psicomotora mais acessível, portátil e inclusiva. A proposta busca reduzir barreiras de acesso por meio de simplicidade tecnológica e foco ergonômico, ampliando a elegibilidade de pacientes com limitações motoras. Até o momento, o projeto tem potencial de viabilidade técnica, mas carece de validação clínica e testes de usabilidade com pacientes e terapeutas. Essas limitações orientam a próxima fase de desenvolvimento.

Como próximos passos propõe-se:

- **Curto prazo:** finalizar o protótipo físico, padronizar o controle eletromecânico, selecionar e catalogar jogos por objetivos terapêuticos (membros superiores).
- **Médio prazo:** conduzir avaliações de usabilidade e estudos clínicos iniciais (aceitação, adesão, segurança, ergonomia), com métricas padronizadas.
- **Longo prazo:** expandir para membros inferiores com periféricos específicos, avaliar a integração de realidade virtual e feedback tátil quando houver evidência de ganho clínico.

O *ProReab* configura uma alternativa viável e escalável para democratizar a gameterapia em contextos com recursos limitados, alinhando inovação tecnológica às necessidades práticas de pacientes e profissionais. Estudos futuros deverão quantificar os efeitos sobre função motora, adesão e satisfação, além de orientar refinamentos de design e conteúdo terapêutico.

References

- [1] F. E. S. Oliveira et al. “Gameterapia como método de tratamento para redução de rigidez articular em pacientes no pós-AVC isquêmico”. In: *Revista Fisioterapia & Terapias* 28.139 (2024). URL: <https://revistaft.com.br/gameterapia-como-metodo-de-tratamento-para-reducao-de-rigidez-articular-em-pacientes-no-pos-avc-isquemico/>.
- [2] I. F. Machado, M. L. A. P. Fernandes, and J. S. C. Amorim. “Adesão ao tratamento fisioterapêutico de pacientes em atendimento ambulatorial”. In: *Anais do COBRAf*. 2021. URL: <https://proceedings.science/cobraf/cobraf-2021/trabalhos/adexao-ao-tratamento-fisioterapeutico-de-pacientes-em-atendimento-ambulatorial?lang=pt-br>.
- [3] Fabio Augusto Moraes Dias Dalbeto et al. “Aplicação de terapia robótica (C-Mill) para reabilitação de paciente com lesão de sistema nervoso central”. In: *Acta Fisiátrica* 31.Supl.1 (2024). DOI: 10.11606/issn.2317-0190.v31iSupl.1a224991. URL: <https://revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/224991>.
- [4] J. R. Silva et al. “A psicomotricidade na prática clínica”. In: *Revista Unisanta Humanitas* 9.2 (2022). URL: <https://periodicos.unisanta.br/HUM/article/download/2679/2572/8109>.
- [5] W. K. C. Kuah and T. S. Tan. “Sistema de Telereabilitação de Realidade Virtual Jintronix em Derrame”. In: (2024). Disponível em: <https://ichgcp.net/pt/clinical-trials-registry/NCT04333758>. Acesso em: 11 dez. 2025.
- [6] MindMotionPRO. “Study Evaluating the MindMotionPRO for Early Post-stroke Upper-limb Rehabilitation (MOVE-Rehab)”. In: *ClinicalTrials.gov* (2018). URL: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT02688413>.
- [7] R. S. Calabrò. “NIRVANA em Reabilitação Virtual”. In: (2017). Disponível em: <https://ichgcp.net/pt/clinical-trials-registry/NCT03095560>. Acesso em: 11 dez. 2025.
- [8] Martine Lauzé, Dominic D. Martel, and Mylène Aubertin-Leheudre. “Feasibility and Effects of a Physical Activity Program Using Gerontechnology in Assisted Living Communities for Older Adults”. In: *Journal of the American Medical Directors Association* 18.12 (2017), pp. 1069–1075. ISSN: 1525-8610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.06.030>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1525861017303730>.
- [9] R. P. Magalhães et al. “Jogos usados na reabilitação após Acidente Vascular Cerebral: Scoping Review”. In: *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação* 3.1 (2020). URL: https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2184-30232020000100027.
- [10] G. H. Silva et al. *Influência da gameterapia na intensidade da dor e seus impactos na qualidade de vida e equilíbrio em pacientes com neuropatia diabética*. CESUPA Repositório Institucional. 2023. URL: <https://www.repositorio.cesupa.br/bitstreams/55ac8b4f-4262-483a-84d0-1d9d5afb070f/download>.
- [11] G. H. S. Barbosa. *Jogo em realidade virtual de treinamento para compensação de perda do campo visual para pacientes pós-AVC*. Universidade Federal do Paraná. 2024. URL: <https://bing.com/search?q=Jogo+em+realidade+virtual+de+treinamento+para+compensa%C3%A7%C3%A3o+de+perda+do+campo+visual+para+pacientes+p%C3%B3s-AVC>.
- [12] F. D. Almenara et al. “Gameterapia como ferramenta de reabilitação pós-AVC: uma revisão sistemática”. In: *Revista Convergência* 17.12 (2024). URL: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W4404633104>.
- [13] A. C. S. Silva et al. “A gameterapia no tratamento do déficit de equilíbrio e coordenação motora em pacientes pós-AVC: revisão sistemática”. In: *Revista Fisioterapia & Terapias* 29.140 (2024). URL: <https://revistaft.com.br/a-gameterapia-no-tratamento-do-deficit-de-equilibrio-e-coordenacao-motora-em-pacientes-pos-avc-revisao-sistemica/>.
- [14] M. A. Santos et al. *Gameterapia como prognóstico no tratamento de pacientes com transtornos neurológicos*. Literacia Científica Editora. 2022. URL: <https://editora.literaciacientificaeditora.com.br/capituloPDF/220411299.pdf>.
- [15] M. R. Queiroz Vitor et al. “Jogos de Realidade Virtual na Reabilitação de Pacientes Oncológicos: Revisão Sistemática da Literatura”. In: *Revista Brasileira de Cancerologia* 69.1 (2023). URL: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W4320725733>.