

Gameterapia e reabilitação neurológica: uma revisão sistemática de jogos mobile com potencial para utilização no processo de reabilitação neurológica

Rayssa Crithiny Santos Baker

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

Daniel Oliveira dos Santos

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

Larissa Natsumi Arakaki Himeno

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

Kaio Alexandre da Silva

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

Abstract

The main challenge in the psychomotor and physical rehabilitation process is the low adherence of patients, motivated by the monotony of traditional exercises which generally generate dissatisfaction, fatigue, and a lack of perceived results. Gametherapy, driven by technological advancements, emerges as a promising alternative to overcome this obstacle, as it uses electronic games to make sessions more fun, stimulating, and rewarding. In this sense, this work proposes a methodology for the pre-selection and technical validation of games on the Android platform. The test device is low-cost and consists of a Raspberry Pi 4 operating with the LineageOS 22.2 system (Android), coupled to a touchscreen television. Using these tools, 77 games were installed and evaluated directly from the Play Store, and 14 selection criteria were established based on clinical and technical instructions. As a result, 37 games were approved, demonstrating therapeutic potential for upper limb rehabilitation. Furthermore, this initial catalog of Serious Games will be submitted to clinical validation by physiotherapists, aiming for future implementation in rehabilitation clinics to stimulate fine and gross motor skills.

Keywords

Neurological Rehabilitation, Gametherapy, Android, Raspberry Pi, Serious Games.

1 Introdução

O uso de videogames para fins terapêuticos, denominado Gameterapia, consolidou-se como uma intervenção eficaz, particularmente na reabilitação psicomotora e neuromotora. O marco inicial dessa metodologia tem origem na década de 1980, ganhando impulso com a popularização da Realidade Virtual (RV) nos anos 1990 e com a ascensão dos *Serious Games* a partir dos anos 2000 [1]. A aplicação da gameterapia em reabilitação motora foi amplamente difundida após 2006, com a introdução de videogames que utilizam sensores

para rastrear o movimento corporal do jogador, como o Nintendo Wii [2].

Atualmente, a Gameterapia é uma área bem estabelecida, empregando tecnologias de ponta, como RV imersiva, robótica assistiva - uso de robôs para ajudar pessoas com limitações físicas - e sistemas de Inteligência Artificial para personalização de terapias [3]. Apesar da eficácia comprovada, há um entrave que minimiza a utilização da Gameterapia em muitas unidades de saúde, que é o alto custo de aquisição dos jogos e equipamentos, que se deve principalmente pelo tempo de desenvolvimento que requer a participação de equipes multidisciplinares, elevado tempo de testagem dos jogos, além de hardwares de alto custo de manutenção [4].

Nesse contexto, os jogos desenvolvidos para o sistema operacional Android, apresentam um potencial revolucionário para resolução desta lacuna por seu baixo custo e sua constante acessibilidade. Jogos que, apesar de serem projetados para o objetivo comercial, possuem potencial para se tornarem *Serious Games* e serem empregados na gameterapia. Porém, a utilização de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, por conta do seu tamanho, não favorecem aos movimentos necessários durante o processo da reabilitação neurológica.

Sendo assim, a partir de uma adaptação de baixo custo para transformar televisores convencionais em telas *touch screen* para que estas sejam utilizadas em sessões de reabilitação neurológica. A partir de um Raspberry Pi 4, adaptado para rodar o sistema Android (LineageOS 22.2) e conectado a uma televisão de 32 polegadas integrada com tela *touchs creen*. Essa combinação tecnológica de baixo custo, democratiza a Gameterapia, viabilizando sua adoção em clínicas de pequeno porte e no Sistema Único de Saúde (SUS) e oferece uma área de interação ampliada, essencial para o treino de movimentos grossos, com a amplitude adequada.

Contudo, por possuir uma área ampliada de visualização, nem sempre os jogos desenvolvidos terão uma boa responsividade, desempenho ou facilidade de interação. Dessa forma, o foco deste artigo

é apresentar uma revisão sistemática de jogos para dispositivos móveis para uso na reabilitação neurológica. O restante desse trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2, as fundamentações teóricas de termos frequentes neste artigo; na seção 3 é apresentada as metodologias e equipamentos utilizados para realização da pesquisa e testagem dos jogos; em 4 os resultados da pesquisa são apresentados; e, em 5 são apresentadas as conclusões da pesquisa.

2 Referencial Teórico

2.1 *Serious Games* na Saúde

O conceito de *Serious Games* (Jogos Sérios), foi formalmente estabelecido como um jogo ou tecnologia de simulação cujo propósito primário não é o mero entretenimento, mas sim uma competição mental, jogada com um computador de acordo com regras específicas, que usa o entretenimento para promover o treinamento tanto neurológico, motor, a educação e a saúde, sendo que para isso, eles envolvem pedagogia: atividades que educam ou instruem - tanto de forma direta e indireta -, transmitindo conhecimentos diversos e habilidades diversas. [5].

Logo, a diversão torna-se um mecanismo facilitador essencial, utilizado para aumentar a adesão e a motivação natural dos pacientes em atividades consideradas cansativas ou repetitivas.

No contexto da saúde, os *Serious Games* atuam sobre a motivação intrínseca do paciente. Esses jogos se diferenciam de exercícios passivos, visto que eles oferecem *feedback* imediato, como pontuações, recompensas visuais, sonoras e estabelecem metas de curto prazo, elementos estes cruciais que contribuem para a gratificação do paciente nas terapias e, conseqüentemente, para a permanência do paciente no processo de recuperação de funções motoras [6]. Portanto, os *Serious Games* aplicados na saúde, têm demonstrado eficácia na melhoria do humor, redução de dor e na permanência dos pacientes nas terapias, sendo que os jogos estão sendo amplamente utilizados em diversas áreas, como reabilitação cognitiva, treinamento cirúrgico e, realçando, na reabilitação neuromotora [7].

2.2 Gameterapia no processo de Reabilitação

A Gameterapia é caracterizada pela utilização de jogos eletrônicos no processo terapêutico, abrangendo as áreas de reabilitação psicomotora e neuromotora. A reabilitação por sua vez, é um processo de tratamento que visa restaurar ou otimizar as funcionalidades de um indivíduo que possui ou apresenta alguma deficiência física, sendo frequentemente um processo longo que exige a dedicação do paciente, pois exige repetição e persistência [8].

O valor central da Gameterapia no tratamento consiste na sua capacidade de fornecer um ambiente controlado, seguro e estimulante com uma realidade imersiva para a prática de movimentos, sendo que os jogos utilizados nesse processo são projetados para estimular a movimentação através de repetições intensas e orientadas, sem a monotonia do treino convencional. Na reabilitação de membros superiores, a Gameterapia é crucial para trabalhar dois domínios principais de movimentos, que são:

- **Movimentos Finos:** São relacionados com a destreza do movimento, envolvendo toques precisos e coordenação entre o olho e a mão, geralmente exige um esforço por parte de músculos menores, principalmente das mãos. Exemplos do cotidiano são os atos de segurar uma caneta, talheres e objetos pequenos [9].
- **Movimentos Grossos:** São relacionados com a amplitude do movimento, envolvendo grandes amplitudes de movimentos, principalmente do braço e ombro e esforço por parte de músculos maiores. Exemplos do cotidiano são o de erguer objetos, abraçar dentre outros movimentos que exijam amplitude [9].

3 Materiais e Métodos

A metodologia de pré-seleção seguiu um protocolo para garantir a adequação clínica e técnica dos jogos Android, conforme ilustrado no fluxo de trabalho na figura 1. O processo foi dividido em três fases:

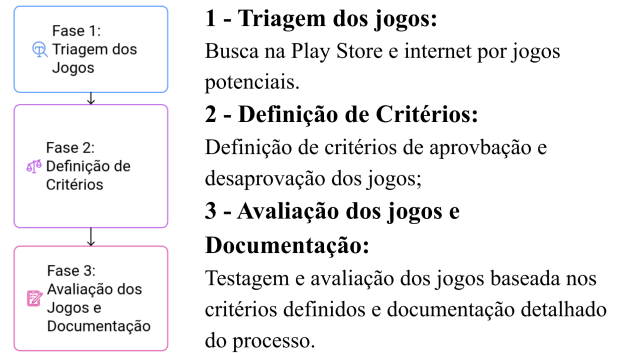


Figure 1: Fluxo de seleção dos jogos

3.1 Fase 1: Triagem dos Jogos

O objetivo desta fase foi delimitar os jogos disponíveis na Play Store que apresentassem potencial como *Serious Games*. A triagem foi realizada por meio de buscas direcionadas na internet e na própria loja de aplicativos, utilizando frases de pesquisa como: "Jogos de coordenação motora"; "Jogos para reabilitação" e "Jogos de desenhar", sendo que conforme as pesquisas foram feitas, outros jogos potenciais foram observados. Nessa fase foram identificados e selecionados 77 jogos com potencial de serem utilizados na reabilitação psicomotora para serem testados e avaliados nas próximas fases.

3.2 Fase 2: Definição de Critérios

Após a seleção dos jogos e com base em orientações clínicas e nas limitações técnicas conhecidas do Raspberry Pi 4, foram estabelecidos 14 critérios de seleção e reprovação expressos na tabela 1. Os critérios consideram aspectos clínicos, como capacidade de estimular movimentos amplos e finos; de usabilidade, como interface intuitiva, experiência tranquila; além de aspectos técnicos, como compatibilidade de tela e gráficos leves.

Table 1: Critérios estabelecidos de aprovação/reprovação.

APROVAR	REPROVAR
Tela em modo completo	Tela incompleta
Desempenho rápido	Desempenho lento
Interface intuitiva	Interface pouco intuitiva
Interação por toque	Sem interação por toque
Gráficos leves	Gráficos pesados
Boa responsividade	Má responsividade
Dispensa periféricos	Requer periféricos
Gratuito	Pago
Carregamento estável	Carregamento instável
Estimula o raciocínio	Não estimula o raciocínio
Experiência tranquila	Experiência agitada
Ampla movimentação motora	Movimentos limitados
Sem anúncios	Contém anúncios
Sem conteúdo violento	Conteúdo violento

3.3 Fase 3: Avaliação dos Jogos e Documentação

Na fase de avaliação, o jogo para ser aprovado, deveria atender a todos os 14 critérios de aprovação, e para ser reprovado, bastava estar enquadrado em um critério de reprovação.

Todo o processo foi documentado em plataformas colaborativas, como o Google Docs e Planilhas Google, permitindo assim a rastreabilidade e a quantificação de reprovações por critério, além da documentação específica de cada jogo, enfatizando principalmente os movimentos que mais foram necessários em cada jogo, seus pontos positivos, negativos e como que este pode contribuir na reabilitação. Ademais, os jogos foram escolhidos para atenderem a diversos perfis de pacientes bem como diferentes níveis de dificuldade.

3.4 Plataforma de Testes

A plataforma de testes foi desenvolvida com foco em baixo custo e alto potencial de escalabilidade. O hardware central é o Raspberry Pi 4 Model B, um minicomputador de placa única, equipado com processador de 64 bits e 2 GB de memória RAM [10]. Este dispositivo foi escolhido por ser economicamente viável e por integrar conectividade Bluetooth e portas USB, essenciais para futuras expansões.

Para atender aos requisitos de Gameterapia, o Raspberry foi configurado com um cartão microSD de 32GB adaptado para rodar o sistema operacional LineageOS 22.2 (Android 15). O LineageOS é o sistema operacional do Android de código aberto, sendo frequentemente atualizado e melhorado. A versão desse código instalada foi desenvolvida pelo "Konstakang" tendo em vista que esse desenvolvedor programa versões especificamente para uso em Raspberrys [11]. O sistema Android (LineageOS), por sua vez, foi complementado pelo pacote Nick Gaps, que é um pacote que contém um conjunto de aplicativos do Google, desenvolvido justamente para instalação em dispositivos que utilizam o Android personalizado como, por exemplo o LineageOS [12], garantindo o acesso oficial à Play Store, fonte de instalação dos jogos a serem avaliados.

O Raspberry, já configurado com esses pacotes, foi conectado a um monitor para realização dos teste como mostrado na figura 2, ademais, para implementação nas clínicas após a seleção, o dispositivo será conectado a uma televisão de 32 polegadas com tela *touch screen* integrada. Este arranjo não apenas simula um console de jogos com alta acessibilidade, mas também oferece a amplitude de toque necessária para o treino de movimentos motores grossos nos membros superiores.



Figure 2: Raspberry Pi 4 integrado ao monitor de testes

4 Resultados e discussões

A análise detalhada dos 77 jogos testados demonstrou que 40 destes foram reprovados por não atenderem a um ou mais critérios de reprovação da Tabela 1. Deste total, os critérios de "Gráficos Pesados" e "Tela Incompleta", foram responsáveis pela maior parte das reprovações, 50%, com 10 reprovações cada (Figura 3). Este resultado demonstra que, embora o Raspberry Pi 4 seja viável devido ao seu baixo custo, muitos jogos Android exigem um poder de processamento superior ao que ele é capaz de suportar.

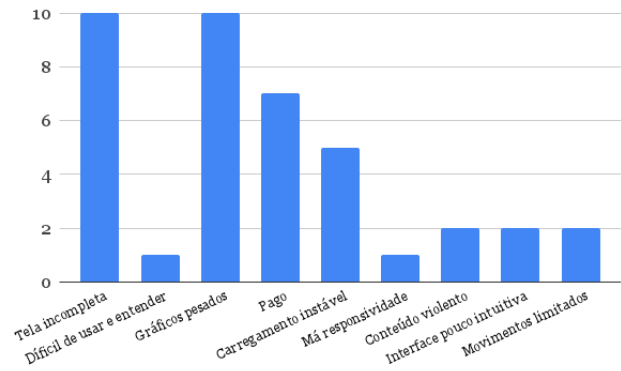


Figure 3: Gráfico desaprovados por critério

Atualmente uma grande quantidade de jogos é desenvolvida especialmente para *smartphones* (tela vertical), sendo que um jogo deste estilo não é esteticamente viável nem funcional em uma televisão que requer o preenchimento de toda a tela na horizontal. Por exemplo, o jogo "*Jogos Offline*" foi reprovado por falha no critério de "Tela Incompleta", enquanto "*My Dear Farmy*" falhou devido à Sobrecarga Gráfica, resultando em desempenho lento e visualização inviável para o uso terapêutico (Figura 4).

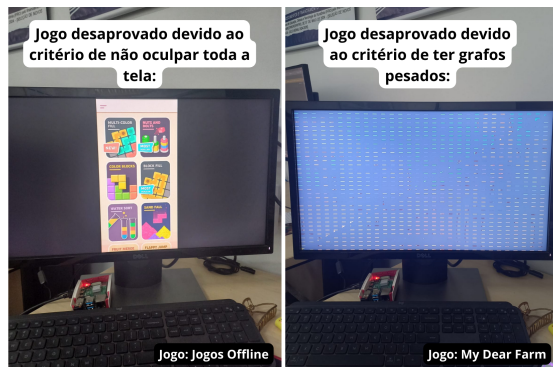


Figure 4: Exemplos de jogos desaprovados

Como resultado final da aplicação da metodologia, 37 jogos atenderam integralmente aos critérios de seleção. A análise dos resultados demonstrou que os jogos aprovados possuem em comum interfaces simples que favorecessem o entendimento do jogo, e usabilidade com baixa sobrecarga visual e de estímulos auditivos. Muitos dos jogos aprovados também desempenham caráter educativo, tanto para a escolarização como de cidadania.

Um exemplo de jogo aprovado está o "*Piano: Kids Music Songs*", que foi aprovado nos 14 critérios de seleção e bem avaliado por sua vasta biblioteca de atividades, que estimulam movimentos finos e grossos simultaneamente, além de promover o raciocínio cognitivo por meio de toques guiados pelos sons de instrumentos musicais (Figura 5). Como segundo exemplo, o jogo "*Good Pizza Great Pizza*", também foi considerado um ótimo *Serious Game* por simular Atividades da Vida Diária, como cozinhar e a comunicação social com clientes (Figura 5).

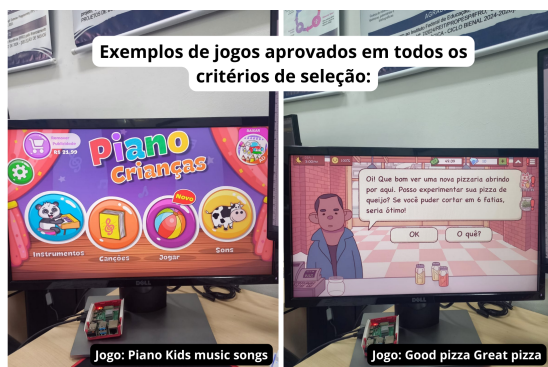


Figure 5: Exemplos de jogos aprovados

5 Considerações Finais

O presente trabalho estabelece uma metodologia robusta para a pré-seleção e validação técnica de *Serious Games* disponíveis na plataforma Android, sendo que o catálogo final de 37 jogos aprovados e sujeitos a validação profissional, estabelece uma base robusta de *Serious Games* potenciais para a reabilitação dos membros superiores.

O próximo passo do projeto visa a validação clínica profissional dos 37 aprovados na fase 3 detalhado em 3.3. As etapas subsequentes a estas para o emprego dos jogos em clínicas de reabilitação são:

- Validação Clínica Controlada: Realização de testes clínicos com pacientes reais, supervisionados por fisioterapeutas em clínicas especializadas.
- Ampliação do Protocolo dos *Serious Games*: Criação de protocolos de avaliação de desempenho específicos para cada jogo, incluindo comparações de resultados positivos nos pacientes, como melhoria de movimentos, desempenho e disponibilidade espontânea de realizar as sessões de fisioterapia.

Logo, o trabalho reforça a viabilidade do uso de hardwares de baixo custo, o Raspberry Pi 4 como alternativa economicamente acessível a sistemas de gameterapia, colaborando para que a democratização da saúde no Brasil seja uma realidade alcançável, tendo em vista que o potencial impacto social dessa abordagem é relevante, pois a solução pode ser facilmente replicada em contextos de saúde pública, como o SUS ou clínicas de reabilitação com recursos limitados.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Hospital de Amor da Amazônia, localizado em Porto Velho - Rondônia, a Deputada Federal Silvia Cristina pelo apoio ao projeto, e ao Grupo de Pesquisa em Soluções Tecnológicas - GOTEC do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO).

References

- [1] E. J. Silva et al. "História da reabilitação no Brasil, no mundo e o papel da enfermagem neste contexto: reflexões e tendências com base na revisão de literatura". In: *Enfermeria Global* 10.24 (2011), pp. 353–370. URL: https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v10n24/pt_revision4.pdf (visited on 10/29/2025).
- [2] Judith E. Deutsch et al. "Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy". In: *Physical Therapy* 88.10 (2008), pp. 1196–1207. URL: <https://doi.org/10.2522/ptj.20080062> (visited on 11/14/2025).
- [3] 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> (visited on 10/29/2025).

- [4] S. Carlier et al. "Software Engineering Framework for Reusable Design of Personalized Serious Games for Health: Development Study." In: *JMIR Serious Games* 11 (2023). DOI: 10.2196/40054. URL: <https://doi.org/10.2196/40054> (visited on 01/30/2026).
- [5] Michael Zyda. "From Visual Simulation to Virtual Reality to Games". In: *IEEE Computer* 38.9 (2005), pp. 25–32. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1510565> (visited on 11/13/2025).
- [6] 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/> (visited on 10/29/2025).
- [7] 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-sistematica/> (visited on 10/29/2025).
- [8] 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> (visited on 10/29/2025).
- [9] Redação Quero Bolsa. *Coordenação motora: entenda a diferença entre as classificações*. Quero Bolsa - Revista. 2023. URL: <https://querobolsa.com.br/revista/coordenacao-motora-entenda-a-diferenca-entre-as-classificacoes> (visited on 11/27/2025).
- [10] Felipe Ventura. *Raspberry Pi 4 Model B com 4 GB de RAM tem lançamento oficial no Brasil*. Tecnoblog. July 2020. URL: <https://tecnoblog.net/noticias/raspberry-pi-4-model-b-4-gb-ram-lancamento-oficial-brasil/> (visited on 10/29/2025).
- [11] KonstaKANG. *LineageOS 22.0 for Raspberry Pi 5*. Konstakang. 2025. URL: <https://konstakang.com/devices/rpi5/LineageOS22/> (visited on 10/29/2025).
- [12] Projeto NikGapps. *NikGapps: A Custom Google Apps Package that Suits Everyone Needs!* Site Oficial do Projeto NikGapps. s.d. URL: <https://nikgapps.com/> (visited on 10/29/2025).
- [13] Hospital de Amor. *NIRVANA: conheça o sistema de reabilitação com realidade virtual*. <https://hospitaldeamor.com.br/site/nirvana-conheca-o-sistema-de-reabilitacao-com-realidade-virtual/>. 2023. (Visited on 11/24/2025).
- [14] Neuro-Concept. *Interactive Rehab with Jintronix and Reflex-time*. <https://www.neuro-concept.ca/en/technologies/interactive-games/>. s.d. (Visited on 11/24/2025).
- [15] Neurolite AG. *MindMotion Pro Brochure*. Brochura em PDF. Ficha Técnica do Produto. s.d. URL: <https://neurolite.ch/sites/default/files/MindMotion%20Pro%20Brochure.pdf> (visited on 11/24/2025).