

Jogo Pac-Man Controlado por Luva Eletrônica para Reabilitação Motora de Membros Superiores: análise preliminar da experiência de jogo

Pac-Man Game Controlled by Electronic Glove for Upper Limb Motor Rehabilitation: Preliminary Analysis of Gameplay Experience

Bruno da Silva Rodrigues¹, João Pedro Reche Ferreira da Silva¹, Giovana Tinasi Goulart¹, Ana Grasielle Dionísio Corrêa^{1,2}, Silvana Maria Blascovi-Assis^{1,2}

¹Laboratório de Gameterapia e Realidade Virtual (Lab GameVR)

²Programa de Pós-Graduação em Ciência do Desenvolvimento Humano (PPG-CDH)

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Higienópolis, São Paulo, SP, Brasil

bruno.rodriques@mackenzie.br, jpedro.reche@gmail.com,
giovanatinasigoulart@gmail.com, ana.correa@mackenzie.br,
silvanam.assis@mackenzie.br

Abstract. *Motor rehabilitation sessions often face the challenge of monotony and lengthy duration. The integration of serious games can be an effective strategy to engage patients in the therapeutic process. This study aims to analyze the feasibility of a technological tool, an "electronic glove" connected to the Pac-Man game, developed to assist in training wrist extension, flexion, supination, and pronation movements. Three therapists tested the system and shared their observations. Additionally, a group of 10 healthy participants, over 18 years old, tried the game and completed the Game Experience Questionnaire (GEC). Preliminary results highlight a positive receptivity from both therapists and healthy participants regarding the use of the system. These initial findings suggest promising potential for the utilization of this system as a complementary tool in motor rehabilitation programs.*

Keywords: *Wearable device, serious games, gamification therapy, upper limbs, rehabilitation.*

Resumo. *Sessões de reabilitação motora frequentemente enfrentam o desafio da monotonia e da longa duração. A integração de jogos sérios pode ser uma estratégia eficaz para envolver os pacientes no processo terapêutico. Este estudo buscou analisar a viabilidade de uma ferramenta tecnológica, uma "luva eletrônica" conectada ao jogo Pac-Man, desenvolvida para auxiliar no treinamento de movimentos de extensão, flexão, supinação e pronação do punho. Três terapeutas testaram o sistema e compartilharam suas observações. Além disso, um grupo de 10 participantes saudáveis, maiores de 18 anos, experimentou o jogo e preencheu o Questionário de Experiência de Jogo (Game Experience Questionnaire - GEC). Os resultados preliminares destacam uma receptividade positiva tanto dos terapeutas quanto dos participantes saudáveis em relação ao uso do sistema. Esses achados iniciais sugerem um potencial*

promissor para a utilização desse sistema como uma ferramenta complementar em programas de reabilitação motora.

Palavras-chave: *Dispositivo vestível, jogos sérios, gameterapia, membros superiores, reabilitação.*

1. Introdução

Os Jogos Sérios são idealizados e desenvolvidos com um propósito específico que vai além do entretenimento e pode ser utilizado em áreas como a saúde e a educação [Néry, et al., 2019]. O uso de jogos sérios, em conjunto com propostas terapêuticas, tem provado ser aliado dos profissionais de saúde por se tratar de uma ferramenta lúdica. Sua utilização aumenta o interesse e engajamento dos pacientes as sessões de reabilitação e recuperação funcional, o que pode estimular melhor desempenho para a realização das tarefas propostas pelo terapeuta [Silva, et al., 2021], além de fornecer feedback em tempo real do paciente durante a atividade [Ning, et al., 2022].

Dispositivos vestíveis também são recursos tecnológicos promissores para sessões de reabilitação motora [De Fazio et al., 2023]. Caracterizados por acessórios ou peças de roupa dotado de sensores que são vestidos pelos usuários, estes dispositivos são capazes de coletar dados fisiológicos em tempo real dos indivíduos durante a realização das atividades do cotidiano de maneira não invasiva [Carvalho, 2018].

Porém, para que jogos sérios e dispositivos vestíveis contribuam de maneira benéfica para os tratamentos de reabilitação é necessário realizar mais investigações, explorar novas abordagens e realizar estudos sobre a experiência do jogo, a usabilidade, avaliação de terapeutas e, por fim, realizar estudos clínicos aprofundados sobre os benefícios destas tecnologias para a reabilitação [Proença et al. 2018].

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo testar a experiência de jogo de um sistema composto por uma luva eletrônica conectada ao famoso jogo Pac-Man adaptado, neste estudo, para estimular os movimentos de punho e mãos. Este trabalho está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o Referencial Teórico, onde são abordados temas relacionados à pesquisa: reabilitação de membro superior, gameterapia, tecnologias vestíveis e trabalhos relacionados. A Seção 3, Materiais e métodos, traz os passos necessários para atingir o objetivo deste estudo. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos. Finalmente, a Seção. 5 apresenta as conclusões desta pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2. Referencial teórico

2.1. Reabilitação de Membro Superior

O membro superior é composto por músculos que atuam nas diversas articulações da mão, braço e ombro, mantendo o tônus, proporcionando estabilidade e permitindo movimentos precisos e fluidos [Javed et al., 2024]. No braço, os músculos estão envolvidos em diversos movimentos, e para esse estudo, o foco está voltado para os flexores, extensores, pronadores e supinadores que atuam nos movimentos de punho e mão.

Em se tratando de exercícios terapêuticos para membros superiores, o restabelecimento da funcionalidade total do membro requer uma terapia em longo prazo, tornando o processo de recuperação muitas vezes exaustivo, o que pode não ser motivador para o paciente [Kintschner et al., 2023; Parry et al, 2018].

Para uma reabilitação neurológica bem-sucedida, é importante, entre outros fatores, que os pacientes participem ativamente de sessões terapêuticas, sendo desafiados, motivados e recompensados [Gerber et al., 2016]. A motivação é fundamental para que os pacientes aceitem e perdurem no programa, possibilitando o alcance de resultados positivos. Dessa forma, a avaliação das habilidades adaptativas e motoras finas é tradicionalmente uma das principais áreas de preocupação para terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas [Kintschner et al., 2023].

Muitas tecnologias, tais como jogos e vestíveis, quando desenvolvidas alinhadas aos propósitos terapêuticos, tornam-se essenciais para reabilitar uma função comprometida, desempenhando um papel importante na melhoria das habilidades motoras e ajudando a criar um ambiente funcional. Além disso, tais tecnologias podem atuar como facilitadores para o desempenho de funções cotidianas, sendo relevantes para as práticas de tarefas de membros prejudicado, podendo influenciar os mecanismos de reorganização no córtex cerebral, promovendo a recuperação funcional e influenciando a plasticidade neuronal [Answer et al., 2022].

2.2. Gameterapia e Tecnologia Vestível

Gameterapia é a utilização estratégica de jogos e atividades lúdicas para promover a reabilitação física, cognitiva, emocional e social de indivíduos [Serra et al., 2017]. A gameterapia torna o processo convencional de reabilitação motora mais envolvente para o paciente, levando a resultados mais favoráveis devido à sua natureza lúdica e divertida [Tageldeen et al., 2017]. O treino funcional de membro superior, por meio de jogos, pode favorecer o melhor desempenho em atividades funcionais do dia a dia e da rotina de pessoas que, por razões diversas, tiveram limitações funcionais decorrentes da dificuldade de movimentação e destreza de membros superiores. Esse treinamento é o que propomos aqui com o uso de um equipamento vestível para aprimorar a coordenação e a movimentação da articulação mão/punho associado ao jogo sério Pac-Man.

O conceito de “Exergames” ou “Gameterapia” ganhou crescente interesse na última década, com o crescimento das propostas de jogos sérios para reabilitação motora e cognitiva [Shahmoradi et al., 2022]. Associados aos jogos sérios, surgem os dispositivos tecnológicos que podem ser usados como acessórios ou vestimentas, denominados como tecnologias vestíveis, os quais tem a função de coletar e armazenar dados gerados por captura de movimentos por sensores em tempo real. O uso de dispositivos vestíveis do tipo pulseiras, luvas ou relógios que monitoram dados fisiológicos como frequência cardíaca, pressão arterial, entre outros, auxiliam profissionais da saúde durante sessões de reabilitação e podem também, quando planejados, armazenar dados sobre o desempenho de membros superiores em atividades propostas por programas de reabilitação [Azevedo et al., 2021; Ferreira et al., 2022].

As tecnologias vestíveis trazem potenciais benefícios às práticas de exercícios terapêuticos, colocando o paciente frente a um desafio que integra equilíbrio entre as particularidades dos sensores, design de jogo e protocolos estabelecidos. A proposta do uso de jogos sérios para reabilitação requer o mapeamento adequado obtidos por meio de sensores para apoiar terapeutas no planejamento e monitoramento do paciente [Ferreira et al., 2022].

2.3. Trabalhos Relacionados

Estudos realizados com o uso de dispositivos do tipo luva eletrônica para exercícios de membro superior foram reunidos na revisão sistemática de Fardipour e Hadadi (2022) constatando-se que luvas vestíveis são usadas para melhorar a função motora do membro superior. Os estudos concluíram que o dispositivo robótico tem um bom efeito terapêutico na função manual, porém, não existe uma abordagem padrão com tempo de intervenção definido para avaliar o efeito de tais dispositivos. Os autores ressaltam que há necessidade do desenvolvimento de estudos mais abrangentes para confirmar os efeitos terapêuticos das luvas eletrônicas na melhoria da função manual.

No estudo realizado por Reid et al. (2020), foi comparado a diferença no resultado entre a terapia baseada na mobilização com movimento e orientações e a mesma intervenção, porém somada da supinação e extensão do punho após período de imobilização em indivíduos que sofreram fratura distal de rádio. Foi obtida uma maior amplitude de movimento na supinação no grupo experimental, além de outros resultados secundários, isto é, maior amplitude de movimento na extensão, flexão e QuickDASH (*Disabilities of Arm, Shoulder and Hand*); o resultado traz uma melhor mudança global no que diz respeito à função do punho.

Desta forma, tornam-se de grande interesse para os especialistas novos trabalhos e propostas de baixo custo que possam trazer benefícios funcionais e maior engajamento aos programas terapêuticos para reabilitação de membros superiores.

3. Materiais e métodos

É uma pesquisa qualiquantitativa de investigação de usabilidade de produto tecnológico. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, número CAAE 75895923.9.0000.0084 e parecer número 6.598.888.

3.1. Jogo Pac-Man e Luva Eletrônica

Giorgini et al (2023) desenvolveram um sistema composto pelo jogo Pac-Man e um par de luva eletrônica. Um modelo do jogo desenvolvido em Unity 3D foi adaptado para ser compatível com uma luva eletrônica controlada por módulo Arduino. A luva eletrônica foi projetada com um acelerômetro do modelo ADXL335 fixado na parte dorsal. Os dados coletados a partir do acelerômetro são processados por um Arduino Uno e transmitidos para um computador via comunicação serial. A mecânica original do jogo faz com que o jogador use a luva para movimentar o personagem do jogo, realizando movimentos de flexo-extensão, prono-supinação e desvios médio-laterais. A Figura 1 apresenta o jogo e o dispositivo vestível utilizado neste projeto.



Figura 1. Jogo Pac-Man e luva eletrônica.

Reconhecido por sua simplicidade, diversão e facilidade de uso, o Pac-Man é uma escolha ideal para integrar sessões de reabilitação. Sua adaptação é viável devido à possibilidade de controle por meio dos movimentos articulares do punho. Esta integração harmoniza-se perfeitamente com os objetivos terapêuticos, uma vez que os comandos básicos do jogo - mover-se para cima, para baixo, para a direita e para a esquerda no labirinto - correspondem, respectivamente, aos movimentos de extensão, flexão, supinação e pronação do punho.

3.2. Participantes

Três terapeutas participaram do estudo, sendo selecionados por conveniência por meio de redes sociais. Para garantir a qualidade da amostra, foram incluídos terapeutas com mais de cinco anos de experiência, enquanto os profissionais recém-formados ou sem experiência prévia em reabilitação da função manual foram excluídos.

Além disso, dez indivíduos saudáveis foram recrutados da mesma forma, através de redes sociais. A amostra foi composta por adultos acima de 18 anos, de ambos os sexos, sendo excluídos aqueles com lesões ortopédicas ou sequelas neurológicas transitórias ou permanentes.

3.3. Métricas e Instrumentos de Avaliação

Para o grupo de terapeutas foi aplicado o questionário apresentado na Tabela 1 que tinha por objetivo verificar a opinião deles em relação à viabilidade do uso do jogo Pac-Man integrado à Luva em sessões de reabilitação motora. O questionário foi elaborado por um grupo de três fisioterapeutas colaboradores deste estudo.

Tabela 1. Questionário aplicado ao grupo de terapeutas

QUESTÕES	ESCALA
Gênero e Tempo que atua na área de reabilitação	Questão aberta
No seu dia a dia de trabalho, em suas condutas terapêuticas tem o hábito de usar tecnologias como estratégia de reabilitação (jogos, celulares, sistemas de realidade virtual, entre outros)?	Sim, frequentemente Sim, à vezes Não
Como terapeuta, você achou fácil usar a luva eletrônica nos movimentos de flexão, extensão, pronação e supinação?	Escala de 1 a 5
Como terapeuta, você recomendaria o uso da luva eletrônica acoplada ao jogo Pac-man para uso em sessões de reabilitação?	Escala de 1 a 5

Você considera que o paciente pode ter ganhos na função manual com o uso da luva?	Escala de 1 a 5
Quais são, na sua opinião, os pré-requisitos que o paciente deve apresentar para indicação da luva?	Questão aberta
O que você considera que poderia melhorar no conjunto luva / jogo para o paciente?	Questão aberta

Com o grupo de indivíduos saudáveis foram coletados os seguintes dados:

- **Demográficos:** capturados através de um questionário online para analisar perfil dos participantes (idade, gênero e nível de experiência com jogos).
- **Experiência do jogo** capturada através do *Game Experience Questionnaire* (GEC – módulo principal) aplicado imediatamente após a interação com o jogo para analisar Imersão, Fluxo, Competência, Afeto Positivo e Negativo, Tensão e Desafio. As questões são respondidas utilizando uma escala de avaliação Likert de 0-“nada/nenhum” até 4-“extremamente” [IJsselsteijn et al., 2013].
- **Experiência pós-jogo (follow-up):** capturada através do *Game Experience Questionnaire* (GEC – módulo pós-jogo) aplicado entre 3 e 7 dias após a experiência com o jogo para analisar como os jogadores se sentem após pararem de jogar. Os itens avaliados foram Experiência Positiva, Experiência negativa, Cansaço e Retorno à realidade. As questões são respondidas utilizando uma escala de avaliação Likert de 0-“nada/nenhum” até 4-“extremamente” [IJsselsteijn et al., 2013].

3.4. Procedimentos

Os experimentos foram conduzidos individualmente no Laboratório de Gameterapia e Realidade Virtual (Lab GameVR), em uma sala com espaço suficiente para o experimento, climatizada e luminosidade controlada. O participante foi convidado a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) impresso e esclarecer suas dúvidas. Após assinatura do TCLE, os participantes receberam uma breve explicação sobre o experimento, sua relevância e procedimentos. Na sequência, foram convidados a responder o questionário demográfico.

As coletas tiveram duração de no máximo 30 minutos, e antes de iniciar a sessão de testes os participantes calçaram a luva na mão direita e passaram por uma rotina de calibração onde as posições X e Y do acelerômetro foram coletadas com a mão do jogador em repouso e armazenadas para servir de referência durante a atividade. Após a calibração, os participantes foram apresentados ao jogo e na sequência, foram orientados sobre os objetivos, regras, mecânica de jogo, bem como a interação entre a luva e o jogo deveria ocorrer. Após a explicação houve um período de 5 minutos para familiarização com o equipamento onde o participante poderia controlar o Pac-Man livremente no labirinto sem se preocupar com fantasmas ou com a pontuação.

Após o período de familiarização, o participante teve 1 minuto de descanso e na sequência iniciou o teste jogando o jogo por 2 minutos. Caso o jogador perdesse as 3 vidas antes de completar os 2 minutos do protocolo, o jogo era reiniciado.

4. Resultados e Discussões

4.1. Grupo de Terapeutas

Os terapeutas do grupo T são profissionais do sexo feminino que atuam na área de reabilitação a 38, 20 e 7 anos. Duas afirmaram ter o hábito de utilizar tecnologias em suas condutas terapêuticas e uma afirmou que usa com frequência tecnologias como estratégia de reabilitação. As terapeutas recomendariam o uso da luva eletrônica acoplada ao jogo em sessões de reabilitação uma vez que pode ocasionar ganhos na função manual dos pacientes. Por fim, quando questionadas sobre a facilidade de usar a luva eletrônica nos movimentos de flexão, extensão, pronação e supinação, duas terapeutas consideraram fácil a utilização da luva (conceito 5 na escala) e a terceira terapeuta indicou conceito 4.

Acerca da questão aberta “Quais são, na sua opinião, os pré-requisitos que o paciente deve apresentar para indicação da luva?”, as terapeutas consideram importante usar o sistema com pacientes que tenham um bom nível de compreensão cognitiva para execução da tarefa, boa acuidade visual, que possuam movimentos ativos de membro superior e mínima movimentação ativa de punho. Por fim, as terapeutas ressaltaram sobre a importância de o profissional avaliar a funcionalidade do membro superior do paciente a ser estimulado antes da interação do mesmo com o jogo. Isso para evitar que uma eventual falha de execução da tarefa não gere frustração no paciente, assim como é sugerido que sejam implementados diferentes níveis de dificuldade para que o jogo possa ser adequado para pacientes de diferentes perfis.

4.2. Grupo de Indivíduos Saudáveis

A análise da experiência de jogo, a partir do questionário GEC, foi realizada em uma amostra composta por 3 participantes do sexo masculino e 7 do sexo feminino, com idades entre 19 e 27 anos.

Os dados fornecidos pelos usuários, através do módulo principal do GEC (Figura 1a), indicam uma experiência de jogo positiva. Ao analisar os dados, verificamos um afeto positivo com pontuação de 3,54; afeto negativo com pontuação de 0,33 e tensão com pontuação de 0,37. A combinação dessas métricas sugere uma boa aceitação do jogo e uma experiência de usuário agradável.

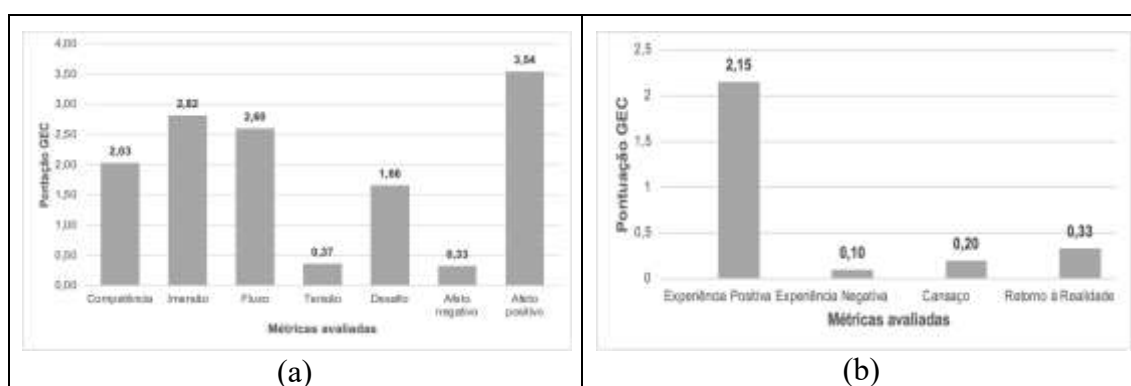


Figura 2. (a) GEC Módulo Principal; (b) GEC Módulo Pós-jogo.

Ao considerar a métrica de competência, a pontuação moderada de 2,03 indica que os participantes se sentiram confiantes durante a experiência. Além disso, as métricas de imersão e fluxo, com pontuações de 2,82 e 2,60, respectivamente, sugerem um alto nível de envolvimento dos participantes na atividade, alcançando um estado de engajamento significativo. Esse estado é crucial para o uso eficaz do jogo em sessões de reabilitação.

Os resultados da avaliação GEC, apresentados na Figura 1b, revelaram os insights dos participantes após um intervalo de 3 a 7 dias desde a experiência inicial com o jogo. Nesta análise, observamos que a avaliação positiva do jogo recebeu uma pontuação moderada de 2,14, sugerindo que mesmo após alguns dias, os participantes mantiveram uma visão satisfatória de sua experiência. Este resultado é corroborado pelas métricas de experiência negativa e cansaço, avaliadas com pontuações de 0,10 e 0,20, respectivamente. Isso indica que não houve ocorrência de aspectos negativos percebidos pelos usuários em relação à atividade, tampouco resultou em fadiga física ou mental.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou um estudo de experiência de jogo de um sistema composto por um dispositivo vestível e um jogo sério projetado para apoiar sessões de reabilitação de membros superiores focada no trabalho dos movimentos de extensão, flexão, pronação e supinação de mãos e punho.

As pontuações do GEQ refletem que o sistema possui características fundamentais em sessões de reabilitação pois podem aumentar o interesse e engajamento dos pacientes as sessões de reabilitação. Portanto, a luva integrada ao jogo tem potencial para estimular o desempenho durante a realização das tarefas propostas pelo terapeuta e consequentemente contribuir de maneira efetiva para a reabilitação do paciente.

As profissionais de reabilitação expressaram que o sistema pode ser uma contribuição importante para as sessões de reabilitação motora, oferecendo uma abordagem lúdica para auxiliar no aprimoramento da função manual dos pacientes. Elas também indicaram disposição para utilizar o sistema durante as sessões de reabilitação de membros superiores, desde que o paciente demonstre compreensão cognitiva para executar as tarefas de movimentação ativa do punho.

Como trabalhos futuros, pretendemos realizar um estudo piloto focando em pacientes com o membro superior comprometido através de um ensaio clínico controlado e com um número de participantes que possa gerar sólidas evidências científicas sobre a eficácia do sistema na reabilitação dos pacientes.

7. Referências

- Giorgini, M. M., Guizerian, M., Martins, V. F., & da Silva Rodrigues, B. (2023). "Development and Evaluation of a Non-conventional Interaction Wearable Device", In: Iberoamerican Workshop on Human-Computer Interaction, pp. 130-142, Cham: Springer Nature Switzerland.
- Answer, S. Waris A., Gilani S., Iqbal J., Shaikh N., Pujari A. & Niazi I. (2022) "Rehabilitation of Upper Limb Motor Impairment. In: Stroke: a Narrative Review On The Prevalence, Risk Factors, And Economic Statistics Of Stroke And State Of The Art Therapies". Healthcare, v.19, n.10, p. 2-20.
- Azevedo, G.A.T., Tamura, L.H.B., Ferreira, D.R.M.J., Blascovi-assis, S.M., Correa, A. G. D. & Rodrigues, B. S. (2021) "Um Jogo Sério Controlado por Dispositivo Vestível para Exercícios de Inversão e Eversão do Pé". In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), Gramado. SBC.

- Carvalho, J.V., Renner Filho, A., Oliveira, A.C.R., Silva, V. & Gomes, M.G. (2018) Dispositivos Vestíveis Aplicados no Ensino. *Revista Observatório*, v. 4, n. 3, p. 509-539.
- De Fazio, R., Mastronardi, V.M., Vittorio, M. & Visconti, P. (2023). Wearable sensors and smart devices to monitor rehabilitation parameters and sports performance: An overview. *Sensors*, v. 23, n. 4, p. 1856, 2023.
- Fardipour, R. & Hadadi, M. (2022). Investigation of therapeutic effects of wearable robotic gloves on improving hand function in stroke patients: A systematic review. *Curr J Neurol*, v.21, n.2, p.125-132.
- Ferreira, D.R.M., Lima, T.F.M., Assis, G.A., Ruivo, E.L.P., Rodrigues, B.S. & Corrêa, A.G.D. (2022) "Design of exergames controlled by wearable devices for sensorimotor skills: a framework proposal". In: *IEEE 10th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, Sydney, Australia, p. 1-8.
- Gerber, C.N., Kunz, B. & Van Hedel, H.J. (2016). Preparing a neuropsychiatric upper limb exergame rehabilitation system for home-use: a feasibility study. *J Neuroeng Rehabil.* v.13, n.33.
- Javed O., Maldonado, K.A. & Ashmyan, R. (2024) "Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Muscles". In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482410>. Acesso em abril de 2024.
- IJsselsteijn, W.A., Kort, Y.A. W. & Poels, K. (2013). "The Game Experience Questionnaire". Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Kintschner, N.R. Assis, S.M.B. & Correa, A.G.D. (2023). The Use of Leap Motion in Manual Dexterity Testing by the Box and Blocks Test: A Review Study. *Vision Sensors - Recent Advances*. IntechOpen.
- Néry, J.T.C., Henrique, Y.A.M., Hounsell, M. & Kemczinski, A. (2019) "Jogos sérios multimodais para a saúde: Um mapeamento sistemático da literatura". In: *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, p. 198-206.
- Ning, H., Wang, Z., Li, R., Zhang, Y. & Mao, L. (2022) "A Review on Serious Games for Exercise Rehabilitation". *arXiv, cs.HC*.
- Parry, I., Painting, L., Bagley, A., Kawada, J., Molitor, F., Sen, S., Greenhalgh, D.G. & Palmieri, T.L. (2015). A Pilot Prospective Randomized Control Trial Comparing Exercises Using Videogame Therapy to Standard Physical Therapy: 6 Months Follow-Up. *J Burn Care Res.*, v. 36, n. 5, p.534-544.
- Proença, J.P., Quaresma, C. & Vieira, P. (2018). "Serious games for upper limb rehabilitation: a systematic review". *Disabil Rehabil Assist Technol.* V. 13., n.1, p. 95-100.
- Reid, S.A., Andersen, J.M. & Vicenzino, B. (2020). Adding Mobilisation with Movement to Exercise and Advice Hastens the Improvement in Range, Pain and Function after Non-Operative Cast Immobilisation for Distal Radius Fracture: A Multicentre, Randomised Trial. *Journal of Physiotherapy*, v. 66, n. 2, p. 105–112.
- Shahmoradi, L., Mohammadian, F. & Katigari, M.R. (2022) "A systematic review on serious games in attention rehabilitation and their effects". *Behavioural neurology*.

- Serra, M.V.G.B., Yukiko C.H. Gonçalves, D.F., Silva, L.H.P., Martins, C.M. & Tonello, M.G.M. (2017). Gameterapia na coordenação motora e integração viso-motora em pessoas com Síndrome de Down. *Saúde e Pesquisa*, v.10, n.2, p. 309-316.
- Silva, T. D., Silva, P.L., Valenzuela, E.J., Dias, E.D., Simcsik, A.O., Carvalho, M.G., Fontes, A.M.G., Alberissi, C.A.O., Araújo, L.V., Brandão, M.V.C., Dawes, H. & Monteiro, C.B.M. (2021). Serious Game Platform as a Possibility for Home-Based Telerehabilitation for Individuals with Cerebral Palsy During COVID-19 Quarantine – A Cross-Sectional Pilot Study. *Frontiers in Psychology*, v. 12, n.2.
- Tageldeen, M.K., Elamvazuthi, I., Perumal, N. & Ganesant, T. (2017). A virtual reality based serious games for rehabilitation of arm. In: *Proceedings of IEEE 3rd International Symposium in Robotics and Manufacturing Automation (ROMA)*, Kuala Lumpur, Malaysia, p. 1-6.