

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE REALIDADE VIRTUAL PARA REABILITAÇÃO DO PÉ TORTO CONGÊNITO (PTC)

Larissa Maria Silveira Bonifácio e Ana Grasielle Dionísio Corrêa

Apoio: PIBIC Mackpesquisa

Resumo. A literatura mostra que os jogos de videogame são capazes de melhorar as habilidades físicas e cognitivas das pessoas. Esses jogos devem ser projetados de forma a estimular movimentos motores repetitivos em vista a melhorar a capacidade funcional para as atividades básicas e instrumentais da vida diária. Este artigo mostra o projeto e o desenvolvimento de um jogo de obstáculos para exercícios de dorsiflexão e flexão plantar dos pés. A execução dos exercícios e controle do jogo é realizada com o uso de um dispositivo wearable (calçado denominado Papete Inteligente) onde acelerômetros são responsáveis por detectar a movimentação do pé. O jogo foi desenvolvido com Unity 3D e possui seis fases com propostas de exercícios de dorsiflexão e flexão plantar em níveis progressivos de dificuldades. O protótipo está em fase de integração com a Papete Inteligente para futuros testes com crianças com Pé Torto Congênito (PTC).

Palavras-chave. Realidade Virtual; Gameterapia; Reabilitação Motora; Pé Torto Congênito.

Abstract. The literature shows that video games are capable of improving people's physical and cognitive skills. These games should be stimulated repetitive motor movements in order to improve the functional capacity for basic and instrumental activities of daily living. This article shows the design and development of a set of attempts for dorsiflexion and plantar flexion of the feet. The execution of the exercises and control of the game is performed with the use of a wearable device (shoes called Papete Inteligente) where the accelerometer is responsible for detecting a movement of the foot. The game was developed with Unity 3D and has six phases with proposed exercises for dorsiflexion and plantar flexion at progressive levels of difficulties. The prototype is being integrated with a Papete Inteligente for future tests with children with clubfoot.

Keywords. Virtual Reality; Game Therapy; Motor Rehabilitation; Clubfoot.

1. INTRODUÇÃO

A convergência das tecnologias de jogos comerciais (videogames) propiciou o surgimento de uma nova estrutura de reabilitação conhecida como “Reabilitação Virtual”. Plataformas de jogos comerciais como Playstation, Xbox 360® e Nintendo Wii, que capturam e virtualizam os movimentos corporais, veem sendo cada vez mais utilizadas como ferramentas de apoio no

processo de reabilitação física, inclusive em ambiente domiciliar, quando o paciente necessita de um tratamento a longo prazo (Machado, 2014; Arnoni, Joice Luiza Bruno, 2015). A terapia domiciliar permite reduzir o custo de tempo e dinheiro para paciente e cuidadores, principalmente com deslocamentos até a clínica para tratamento presencial junto com o terapeuta (Wittmann et al., 2016). Adicionalmente, a terapia domiciliar torna-se um complemento ao tratamento de reabilitação, estendendo os ganhos na terapia, ao mesmo tempo em que viabiliza o acompanhamento remoto supervisionado pelo terapeuta (Huber et al., 2010; Wittmann et al., 2016).

As vantagens da reabilitação virtual em relação à reabilitação convencional vão além dos custos (Ghafar; Abdelraouf, 2017): fornecem tratamento personalizado que vão de encontro às necessidades físicas e cognitivas do paciente; permitem obter medidas quantitativas de progresso; fornecem feedback de desempenho em tempo real por meio de modalidades multissensoriais; e aumentam o engajamento do paciente, bem como sua motivação e autoestima. A literatura mostra um aumento significativo no número de estudos sobre os efeitos positivos das terapias domiciliares baseadas em jogos de Realidade Virtual, sendo os mais comuns para treinamento de crianças com hemiplegia (Farr et al., 2017; Rodrigues e Brito, 2017; Correa et al., 2009), análise do equilíbrio em pacientes hemiparéticos (Magsino et al., 2018) e prevenção de quedas em idosos (Wittmann et al., 2015).

Apesar da diversão e motivação proporcionados pelos jogos comerciais, eles ainda não apresentam todos os atributos necessários para serem aplicados como tratamento em sessões de fisioterapia, demandando adaptações. Ademais ainda não existem jogos que tenham sido projetados para estimular movimentos mais finos dos membros inferiores, como os movimentos dos pés. A maioria das tecnologias que capturam movimentos corporais para interação com jogos foram projetados para membros superiores como Nintendo Wii e Playstation (Machado, 2014; Arnoni, 2015). O videogame Kinect XBox, apesar de possuir jogos que estimulam movimentos de todo o corpo humano, movimentos mais finos como os movimentos dos pés ainda não podem ser estimulados a ponto de proporcionar um efeito terapêutico na perspectiva da reabilitação motora. Percebe-se, portanto, a necessidade do desenvolvimento de jogos específicos para esse fim, permitindo a execução de movimentos adequados e o monitoramento de profissionais da área de fisioterapia.

Esta pesquisa buscou projetar e desenvolver um jogo para reabilitação dos pés, especialmente para crianças com Pé Torto Congênito (PTC). Trata-se de uma deformidade congênita, de maior prevalência na ortopedia, com cerca de 2 a cada 1000 nascidos vivos acometidos (Marinho e Volpon, 2011). O jogo foi projetado para ser integrado à um calçado (aqui denominado Papete Inteligente) equipado com sensores e controlado por hardware Arduino. A ideia é que o jogador calce a Papete e interaja com o jogo constituído

especificamente de exercícios para reabilitação do PTC. A Papete foi desenvolvida em outro trabalho de Iniciação Científica e, portanto, não será abordado a fundo neste artigo.

A motivação para esta pesquisa se deu pelo fato de ainda não existir tecnologias portáteis e de baixo custo que possam servir de ferramenta domiciliar para reabilitação dos pés. Acredita-se que a inserção deste tipo de tecnologia na rotina clínica e domiciliar, nas condições em que o paciente está realizando suas atividades de vida diária, pode contribuir para a evolução do tratamento do PTC, além de engajar e motivar os pacientes na terapia por mais tempo.

Além desta seção introdutória, o artigo está estruturado em mais quatro seções: a seção 2 apresenta os conceitos e fundamentos pertinentes ao entendimento desta pesquisa, tais como PTC e gameterapia com exemplos de pesquisas que vêm sendo desenvolvidas nesta área; a seção 3 apresenta a descrição detalhada do desenvolvimento do jogo; e finalmente a seção 4 traz as conclusões e propostas para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pé torto congênito

O pé torto congênito (PTC) é uma deformidade congênita de maior prevalência na ortopedia (Santin e Filho, 1977). É caracterizada por um pé excessivamente virado (equinovarus) e arco longitudinal medial alto (cavus) que, se não tratado, leva à incapacidade funcional a longo prazo (Maranho e Volpon, 2011). No Brasil, cerca de 2 a cada 1000 nascidos vivos são acometidos pelo PTC (Marinho e Volpon, 2011).

A etiologia do PTC não é totalmente esclarecida e a explicação mais comum está relacionada à parada do desenvolvimento fetal em torno da 8ª e 10ª semana de vida intrauterina, fase em que os pés apresentam aspecto anatômico bem parecido com o PTC, o que impediria o curso normal de correção espontânea da deformidade (Marinho e Volpon, 2011). Alguns estudos também ressaltam a influência dos fatores genéticos no aparecimento do PTC (Wynne Davies, 1972; Dietz, 2005).

O tratamento pode ser conservador ou cirúrgico e deve ser iniciado o mais cedo possível, porém, com acompanhamento a longo prazo, devido ao risco de recidiva da doença (Ferreira, 2018). O tratamento para pé torto congênito pelo método de Ponseti (Ponseti et al., 2005) deve ser iniciado nos primeiros dias de vida e engloba a manipulação das pernas da criança pelo médico ortopedista e a colocação de gesso a cada semana durante cerca de cinco meses. Depois deste período, a criança passa a usar bota ortopédica, utilizada para imobilizar o pé até completar os 3 ou 4 anos de idade. Este método destaca-se por propiciar resultados mais satisfatórios e diminuir a necessidade de cirurgias.

Crianças que tiveram correção parcial de PTC, após cinco ou seis anos, necessitam de tratamento complementar para a correção definitiva do pé (Soares, 2007; Ferreira, 2018). Geralmente é preciso treinar o movimento de eversão para a correção da pisada pronada (pé virado para dentro) ou exercícios de inversão para correção da pisada supinada (pé virado para fora). Esses movimentos são controlados pelos músculos da perna para execução dos movimentos essenciais do pé (flexão plantar, flexão dorsal, inversão, eversão, supinação e pronação – Figura 1). Sendo a supinação um conjunto dos diferentes movimentos do pé, ou seja, é uma combinação de inversão, flexão plantar e adução. Enquanto a pronação é o inverso, é uma combinação de eversão, flexão dorsal e uma ligeira abdução (Da Luz, 2016).



Figura 1. Movimentos do pé (Fonte: Da Luz, 2016)

A presente pesquisa limitar-se-á a ao estudo dos movimentos de pronação (combinação de eversão, flexão dorsal e uma ligeira abdução) dos pés que são muito importantes para a marcha e, conseqüentemente, para as atividades de vida diária e para o esporte.

2.2. Gameterapia

A gameterapia é conceitualmente definida como uma técnica de reabilitação de pacientes que faz uso de videogames (Mader et al., 2012). Esta modalidade de terapia está sendo cada vez mais utilizada em sessões de fisioterapia visando oferecer mais dinâmica e divertimento para o paciente, proporcionando a eles maior engajamento no tratamento oferecido (Corrêa et al., 2019). Essa técnica aumenta a possibilidade de os pacientes terem uma recuperação em um tempo menor, uma vez que os motiva a permanecer mais tempo engajados nos exercícios que, por vezes, são repetitivos e dolorosos (Silva et al., 2016).

Além de estimular a atividade cerebral, a gameterapia também facilita a adaptação dos pacientes, especialmente crianças e jovens em tratamentos de fisioterapia. Os jogos podem ser adaptados às necessidades de cada paciente em termos de carga cognitiva (memórias, atenção, percepção, representação de conhecimento, raciocínio e criatividade na resolução

de problemas) e motora (quantidade e frequência de repetições). Apesar de não substituir outras práticas, a técnica é bem aceita por médicos e pacientes.

A interatividade proporcionada pelos jogos oferece diversos tipos de exercícios de reabilitação motora, cada um com diferentes objetivos, simulando movimentos reais que os pacientes fariam em uma sessão de terapia convencional. No modelo mais comum do tratamento, o paciente é acomodado diante de consoles de videogame e/ou sensores que captam seus movimentos corporais. Dessa forma, é possível interagir com os elementos do jogo, por exemplo, guiar personagens, capturar e mover objetos, entre outros. Além disso, todo esse processo pode ser controlado pelo terapeuta.

A maioria dos trabalhos da literatura relatam os efeitos positivos da gameterapia para reabilitação de membros superiores (SOUZA,2019), equilíbrio (MELO,2019) e postura (MEDEIROS,2018). Para membros inferiores, os trabalhos são escassos, mas mostram-se promissores. O trabalho de Hee et al. (2017) apresenta o desenvolvimento de um jogo PONG baseado em eletromiograma interativo (EMG) para exercícios de dorsiflexão dos pés e flexão plantar. Este estudo reforça ainda mais a viabilidade do uso da atividade muscular como insumo para o sistema de jogo e como meio de monitorar o progresso da reabilitação do paciente. O jogo PONG é selecionado porque é um jogo clássico que pode ser facilmente compreendido e pode ser jogado por jovens e idosos. Dois sensores EMG de superfície foram utilizados neste trabalho para adquirir atividade muscular dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio. Um estudo experimental foi realizado para examinar a viabilidade desse sensor como entrada para o jogo.

No estudo de Eichinger et al. (2017) foram analisados 24 pessoas entre adultos, jovens e crianças com média de 50 a 10 anos, sendo 12 homens e 12 mulheres hemiparéticos pós-AVC na fase subaguda ou crônica, separados em dois grupos, um com Jogo Sérioso e um com tratamento convencional (cinesioterapia), os autores avaliaram a força muscular, a espasticidade, a mobilidade funcional e a velocidade da marcha. Os grupos apresentaram melhoras, sendo o grupo experimental superior em todas as variáveis estudadas, ou seja, o programa de exercícios com o jogo foi útil no tratamento dos pacientes envolvidos neste estudo. Os resultados apontaram uma superioridade do jogo em comparação ao tratamento convencional em todas as variáveis controladas. Provavelmente isto ocorreu pela maior repetibilidade dos exercícios e aumento da atenção e motivação.

No artigo escrito por Karine et al. (2011) foi abordado o assunto da incapacidade de uma pessoa levantar o pé no tornozelo e arrastar os dedos durante o balanço é um sintoma comum entre pacientes pós-AVC. Para superar essa incapacidade, a reabilitação a longo prazo é crucial. No entanto, esse tratamento pode não ser acessível a muitas pessoas, especialmente

aquelas que moram longe das cidades onde a maioria dos centros de reabilitação está localizada. O sistema de reabilitação interativa apresentado chama “E-Wobble”, a interface tangível está associada a um jogo de golfe em 2D que motiva os pacientes a passar mais tempo se exercitando enquanto se divertem. O sistema proposto visa ajudar os pacientes com sintomas de queda nos pés para que possam treinar seus tornozelos e dedos dos pés em casa.

2.3. Design de jogos para reabilitação motora

Especialistas em designer de jogos buscam maximizar a probabilidade de sucesso de seus produtos através da criação da melhor experiência para os jogadores. Para atingir essa boa experiência de uso que motivam as pessoas a permanecerem interessadas e engajadas nas tarefas proporcionadas pelo jogo é necessário compreender os princípios que norteiam o desenvolvimento do jogo bem como seu mecanismo de interação (Cataldi e Silva, 2017).

Burke (2009 apud SOUZA 2019), identifica três princípios de design de jogos considerados de particular importância para a reabilitação: a) o jogo deve ser significativo; b) deve prover manipulação de falhas; c) favorecer um nível apropriado de desafio.

O jogo significativo para a reabilitação surge de um jogo na relação entre as ações de um jogador e a resposta do sistema. O central para criar e manter um jogo significativo é o conceito de feedback, os métodos pelos quais o jogo responde às mudanças ou escolhas feitas pelo jogador. O feedback pode ser auditivo (efeitos sonoros, diálogo verbal), visual (texto, imagens, indicadores de pontuação) e tátil (vibração). É importante que um usuário de jogos de reabilitação esteja ciente de seu progresso em direção aos objetivos (curto e longo prazo), a fim de alcançar um envolvimento mais efetivo.

A manipulação de falhas corresponde ao gerenciamento dos movimentos mal executados pelo jogador. Nos jogos de reabilitação da função motora, nos quais os membros afetados estão sendo estimulados a todo instante, existe o risco de que, se o jogador sofrer falha durante o jogo inicial, ele possa atribuir essa falha à função motora ruim e isso possa resultar em um engajamento ruim no jogo.

O nível de desafio que um jogo oferece é uma influência para o grau de envolvimento do jogador. O alcance da função motora entre pessoas com deficiência motora de membro superior, por exemplo, varia muito, e o que pode ser fácil para uma pessoa é impossível para outra. À medida que o jogo avança, o jogo deve se adaptar ao desafio dinamicamente, alterando o ritmo e as posições e o tamanho dos elementos do jogo. Dessa forma, para jogadores com comprometimentos motores mais graves, o ritmo do jogo deve diminuir e os elementos do jogo podem se tornar maiores e mais fáceis de alcançar. Por outro lado, para

jogadores que lidam facilmente com o desafio, o jogo acelera, os elementos do jogo se tornam menores e mais difíceis de alcançar.

3. DESENVOLVIMENTO DO JOGO

3.1. Descrição geral

Foi desenvolvido um jogo de plataforma single player, ou seja, para um jogador. O cenário do jogo é constituído de uma pista de carro, um carrinho e estrelinhas (Figura 1). O objetivo do jogador é controlar o carrinho e capturar estrelinhas. Quanto mais estrelinhas o jogador capturar, maior será sua pontuação no jogo.



Figura 1. Cenário do jogo de obstáculos

As estrelinhas foram posicionadas estrategicamente na pista de forma a estimular os movimentos de flexão dorsal (levantar a ponta do pé em relação ao solo). Quando as estrelas surgem na pista, o jogador deve levantar a ponta do pé para coletá-las. A flexão plantar (levantar o calcanhar em relação ao solo) deve ser realizada quando o jogador percebe que existe um outro veículo querendo ultrapassá-lo na pista. A flexão plantar provoca um “turbo”, ou seja, o veículo ganha velocidade na pista.

A Tabela I apresenta a descrição das 6 fases do jogo com propostas dos exercícios de flexão dorsal e flexão plantar. As fases foram projetadas cuidadosamente com apoio dos especialistas em reabilitação de crianças com PTC e organizadas em níveis crescentes de dificuldade (desafios), considerando um descanso de 20 segundos entre uma fase e outra. Cada fase do jogo foi projetada de forma a prover 12 repetições dos movimentos especificados na Tabela I, sendo considerado o mínimo de 70% de acerto para passar automaticamente de uma fase para outra.

Tabela I. Níveis dos desafios dos exercícios de flexão dorsal e flexão plantar

Fase	Descrição	Duração do Movimento
FD2	Flexão Dorsal (2 seg)	2 segundos com pé flexionado na posição dorsal; 2 segundos com pé em repouso.
FD4	Flexão Dorsal (4 seg)	4 segundos com pé flexionado na posição dorsal; 2 segundos com pé em repouso.
FD2 + FP2	Flexão Dorsal (2 seg) + Flexão Plantar (2 seg) alternadamente	2 segundos com pé flexionado na posição dorsal; 2 segundos com pé em repouso; 2 segundos com pé flexionado na posição plantar.
FD4 + FP2	Flexão Dorsal (4 seg) + Flexão Plantar (2 seg) alternadamente	4 segundos com pé flexionado na posição dorsal; 2 segundos com pé em repouso; 2 segundos com pé flexionado na posição plantar.
FD2 + FP4	Flexão Dorsal (2 seg) + Flexão Plantar (4 seg) alternadamente	2 segundos com pé flexionado na posição dorsal; 2 segundos com pé em repouso; 4 segundos com pé flexionado na posição plantar.
FD6 + FP2	Flexão Dorsal (6 seg) + Flexão Plantar (2 seg) alternadamente	6 segundos com pé flexionado na posição dorsal; 2 segundos com pé em repouso; 2 segundos com pé flexionado na posição plantar.

FD=Flexão Dorsal, FP=Flexão Plantar

Ao final do jogo, ou seja, após executar as seis fases de jogo, um relatório contendo o desempenho do jogador é apresentada contendo os seguintes dados para cada fase executada: pontuação; maior tempo em Flexão Dorsal; maior tempo em Flexão Plantar.

Os princípios de design de jogos para reabilitação motora, sugerido por Burke(2009 apud SOUZA 2019), foi incorporado da seguinte forma: a) jogo significativo (feedback) quando o jogador faz um movimento de flexão dorsal ou plantar com o pé e o carro pula ou acelera em turbo, respectivamente; efeitos sonoros serão incorporados em futuras versões do jogo; b) manipulação de falhas está relacionada aos movimentos mal executados (serão tratados em trabalhos futuros através de testes piloto com o público-alvo); c) nível de desafio foi proposto com apoio de fisioterapeutas especialistas em tratamento de crianças com PTC.

3.2. Implementação

O jogo foi desenvolvido utilizando o motor de jogo Unity 3D. As cenas foram criadas na seguinte sequência: uma cena de início com botão para iniciar o jogo; uma cena onde o jogo

é jogado e registra os resultados; e a cena de pontuação final. Os scripts de programação do jogo foram criados com linguagem C# e permitem a integração do jogo com o hardware Arduino. O cenário do jogo foi criado com adição dos seguintes componentes (Figura 2): um carro que se movimenta para frente e para esquerda e direita; uma pista com colunas (esquerda e direita) para controlar o limite de movimentação do carro; e estrelas que são o objetos que o jogador precisa capturar para ganhar pontos no jogo. Áudios e trilhas sonoras serão incorporados em trabalhos futuros.

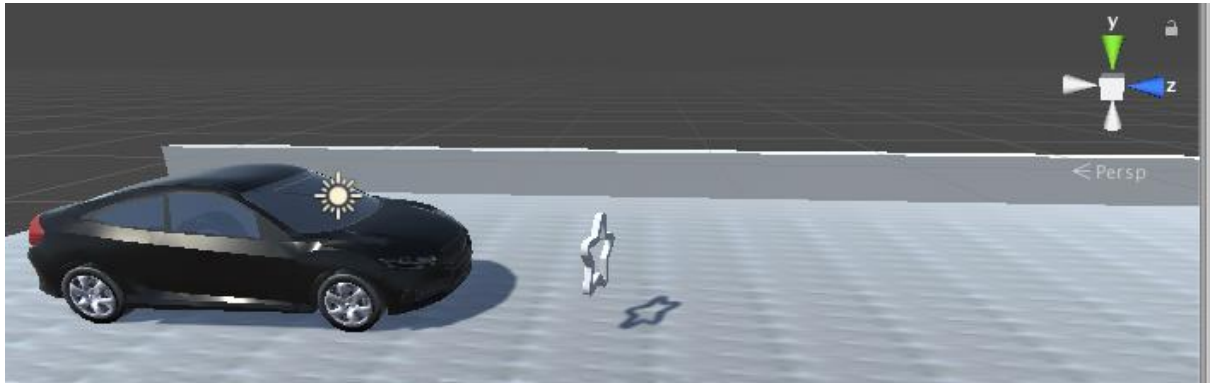


Figura 2. Objetos que fazem parte do cenário do jogo

3.3. Papete Inteligente

A Papete Inteligente foi desenvolvida em outro trabalho de Iniciação Científica e, portanto, detalhes de implementação não serão abordados a fundo neste trabalho.

O calçado, do tipo Papete, foi equipado com uma placa de prototipagem Arduino baseada no microcontrolador ATmega328P e um acelerômetro (Figura 3). O acelerômetro foi posicionado na Papete entre o segundo e o terceiro metatarso de forma a capturar parâmetros de movimento dos pés em flexão dorsal e flexão plantar.



Figura 3. Papete Inteligente

A alimentação do sensor MPU-6050 é fornecida via Arduino com tensão variando entre 3V à 5V e, portanto, não oferece risco para o usuário. Atualmente a Papete está integrada a um

módulo de comunicação serial, via porta USB com a Unity 3D. A conexão USB permite não somente a comunicação da Papete com o jogo, como também a alimentação do hardware Arduino. Futuramente, pretende-se desenvolver um módulo de conexão sem fio, via bluetooth, para simplificar a portabilidade do calçado e facilitar o uso em sessões de reabilitação motora da marcha e jogos com exercícios propostos especificamente para reabilitação do PTC.

Foram realizados testes de integração do Arduíno com a ferramenta Unity, mas até o presente momento de finalização deste artigo não foi possível integrar o jogo com a Papete, visto que é necessário o encontro dos membros da equipe de hardware e software e isso não foi possível devido ao período de pandemia da COVID-19.

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este estudo abordou o desenvolvimento de um jogo para reabilitação motora de crianças com PTC. A doença do PTC é a mais comum das doenças ortopédicas que os humanos podem apresentar ao nascimento, exigindo intervenções precoces, com frequência semanal e acompanhamento profissional por toda a infância. Tais intervenções exigem conhecimentos especializados sobre anatomia e fisiologia do corpo do recém-nascido e da criança, além de aprofundados estudos sobre o desenvolvimento musculoesquelético, neuromotor e as habilidades inerentes a cada fase de desenvolvimento.

Devido ao período de Pandemia, causado pela COVID-19, não foi possível testar o jogo, integrado à Papete, com o público-alvo (crianças com PTC), mas testes piloto estão previstos para serem realizados, inicialmente, com um número reduzido de crianças visando detectar problemas de usabilidade tanto do jogo, quanto da Papete. Num segundo momento, será realizado, pelo fisioterapeuta colaborador deste estudo, um ensaio clínico controlado com um número maior de participantes, para que possa ser obtida alguma evidência científica desse modelo de intervenção para o tratamento do PTC. Além disso, pretende-se adicionar novas funcionalidades ao jogo tais como estimulação dos movimentos de inversão e eversão, bem como de abdução e adução.

REFERÊNCIAS

- ARNONI, J. L. B. Efeito de intervenção com realidade virtual sobre a condição de saúde de crianças com paralisia cerebral / Joice Luiza Bruno Arnoni. São Carlos: UFSCar, 2015.
- CATALDI, P.C.P; SILVA T.B.P .Parâmetros para a concepção e avaliação de jogos para reabilitação de pacientes vítimas de AVE. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

CORREA, A. G. D; KINTSCHNER, N. R; BLASCOVI-ASSIS, S. M. System of Upper Limb Motor Rehabilitation Training Using Leap Motion and Gear VR in Sessions of Home Game Therapy. In: 2019 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). IEEE, 2019. p. 1097-1102.

CORREA, A.G.D.; FICHEMAN, I.K.; NASCIMENTO, M.; LOPES, R.D. Computer assisted music therapy: A case study of an augmented reality musical system for children with cerebral palsy rehabilitation. In: IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, p. 218-220, 2009.

EICHINGER, F. L. F. et al. Jogo sério para reabilitação locomotora de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. Fisioter. mov. [online]. 2020, vol.33, e003316. Epub Feb 17, 2020. ISSN 1980-5918.

FARR, W. J.; POOLE, M.; THURSFIELD, C.; MALE, I. Acceptance of a Neuropaediatric Exergame Rehabilitation System with Severe Cerebral Palsy. In: Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, p. 255-260), 2017.

GHAJAR, M. A.; ABDELRAOUF, O.R. Effect of Virtual Reality Versus Traditional Physical Therapy on Functional Balance in Children with Down Syndrome: a randomized comparative study. Int J Physiother Res, n. 5, v.3, p.2088-2094, 2017.

HEE C. L., T. H. CHONG, D. G, A.A. G, C. Yow and F.A. binti Hanapiah, "Developing interactive and simple electromyogram PONG game for foot dorsiflexion and plantarflexion rehabilitation exercise," 2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Seogwipo, 2017, pp. 275-278, doi: 10.1109/EMBC.2017.8036815.

HUBER, M.; RABIN, B.; DOCAN, C.; BURDEA, G.C.; ABDELBAKY, M.; GOLOMB, M.R. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy. In: IEEE Transactions on information technology in biomedicine, n.14, v.2, p. 526-534, 2010.

KARIME, Ali et al. E-wobble: An electronic wobble board for ankle and toe rehabilitation. 2011 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications. Disponível em < <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5966703>> Acesso em 29 jun 2020.

MADER, S., NATKIN, S., & LEVIEUX, G. (2012, September). How to analyse therapeutic games: the player/game/therapy model. In International Conference on Entertainment Computing (pp. 193-206). Springer, Berlin, Heidelberg.

MACHADO, F.R. C. Uso do Kinect® na reabilitação motora de crianças com paralisia cerebral. 2014. Tese de Doutorado.

MAGSINO, A.; SUAREZ D.; CRUZ, C.; VEA, L. Model Development of Lower Body Exercise for the Rehabilitation of Level 6 Filipino Post-Stroke Patients Using Microsoft Kinect Sensor V2. In: TENCON 2018-2018 IEEE Region 10 Conference, p. 1177-1182, 2018.

MARANHO D.A.C.; VOLPON, J.B. Pé torto congênito. Acta Ortopédica Brasileira, n.19, v.3,2011.

MEDEIROS, Candice Simões Pimenta de. Validação do jogo sério VirtuAlter para reabilitação do equilíbrio postural de idosos por meio da realidade virtual. 2018. 81f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MELO, A. J. O. A utilização da gameterapia como recurso na reabilitação do equilíbrio pos acidente vascular encefálico. Repositório Institucional Banco de Produção Acadêmica e Intelectual, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.pgsskroton.com//handle/123456789/27109>> Acesso: 28 jun 2020.

PONSETI, I et al. Pé torto: tratamento pelo Método de Ponseti. Global-HELP: Global-HELP, 2005.

RODRIGUES, A.A.; BRITO G.V. Efeito de um protocolo de fisioterapia com uso do console XBOX 360® sobre o equilíbrio e coordenação de crianças com alterações Neuromotoras e Musculoesqueléticas. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

SANTINI, R.A.L; FILHO, J.S.H. Pé Torto Congênito. Clássico publicado na Revista Brasileira de Ortopedia 12: 1-15, 1977.

SILVA, M. Z.; et al. Participação de crianças com paralisia cerebral em programa de gameterapia. Rev.Assoc.Brasileira. Atividade Motora Adaptada v17,2016.

SOUZA, J. T. Jogo sério baseado em Realidade Virtual para reabilitação de indivíduos com paresia de membro superior decorrente de Acidente Vascular Encefálico (AVE). 2019. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

WITTMANN, F.; et al. Self-directed arm therapy at home after stroke with a sensor-based virtual reality training system. Journal of neuroengineering and rehabilitation, n.13, v.1, 2016.

WITTMANN, F et al. Assessment-driven arm therapy at home using an IMU-based virtual reality system. In: IEEE international conference on rehabilitation robotics (ICORR), p. 707-

712, 2015.

WYNNE-DAVIES R.; Genetic and Environmental Factors in the Etiology of Talipes Equinovarus.;APA Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007): May 1972 - Volume 84 - Issue - ppg 9-13,1972.

Contatos: larissa.silveira02@gmail.com e anagrasi@gmail.com