

Motion Rehab 3D AVE V2: um novo VR-exergame para fisioterapia motora

Motion Rehab 3D AVE V2: a new VR-exergame for motor physical therapy

Jean Marcel Vergouwen
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
152169@upf.br

Nícolás Enrique de Quadros
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
172985@upf.br

Renato Vargas Júnior
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
166496@upf.br

André Costa Pellin
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
173702@upf.br

Mateus Trombetta
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
trombetta.mateus@gmail.com

Patrícia Paula Bazzanello Henrique
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
patriciabazzanello@hotmail.com

Rafael Rieder
University of Passo Fundo
Passo Fundo, RS, Brazil
rieder@upf.br

Resumo— Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma nova versão do jogo Motion Rehab AVE 3D, exergame com suporte a Realidade Virtual que auxilia na reabilitação motora de membros superiores e inferiores. O jogo orienta na execução de uma série de exercícios por parte do paciente, e pode ser configurado pelo profissional de saúde. Por intermédio de elementos visuais e sonoros, e imersão no ambiente virtual, pode incentivar o paciente durante seu processo de reabilitação. Esse trabalho destaca a implementação de recursos para suportar um novo sensor de movimentos e um novo *head-mounted display*, bem como a criação de novos cenários e a definição de novos exercícios, com orientação de fisioterapeutas.

Palavras-chave—Exergame, Reabilitação, Realidade Virtual, Unity.

Abstract— This paper presents the development of a new version of the Motion Rehab AVE 3D, an exergame supporting Virtual Reality to help the motor rehabilitation of upper and lower limbs. The game guides the patient to execute a series of exercises, and a physician can configure the sequence. Considering visual and sound elements, and immersion in the virtual environment, it can engage the patient during his/her rehabilitation process. This work highlights the development of resources to support a new motion sensor and a new *head-mounted display*, as well as the creation of new scenarios and the definition of new exercises, with guidance from physiotherapists.

Index Terms—Exergame, Rehabilitation, Unity, Virtual Reality.

I. INTRODUÇÃO

Exergames são aplicações computacionais que combinam a dinâmica de jogo com exercícios, permitindo às pessoas a prática de atividades físicas, tanto para o lazer, como para a reabilitação em saúde [1][2]. Eles são capazes de capturar, por exemplo, os movimentos naturais de um paciente e, assim, promover uma interação física. Eles funcionam como espelho virtual, pois auxiliam o paciente na percepção dos movimentos e podem prover feedback visual do que está ocorrendo [3] [4] [5]. O uso de dispositivos de interação torna o tratamento mais encorajador, estimulando os sentidos

humanos (principalmente, visão e audição e, alguns casos, o tato).

Nesse contexto, o projeto do exergame Motion Rehab tem uma relação direta com o uso de exergames na fisioterapia. Originalmente desenvolvido por Trombetta *et al.* [6], o jogo oferece níveis de atividades destinados à reabilitação motora de membro superior e equilíbrio de indivíduos que sofreram Acidente Vascular Encefálico. Ele combina *serious game* e Realidade Virtual (RV) como ferramenta para o processo de reabilitação de movimentos de pessoas, de maneira interativa e explorando a percepção espacial, com temáticas que ajudam para que a recuperação de um paciente seja mais descontraída e intuitiva.

O presente artigo apresenta a continuidade de desenvolvimento do jogo Motion Rehab AVE 3D [7], descrevendo o andamento da nova versão do jogo, considerando novos recursos computacionais e exercícios de fisioterapia para reabilitação motora de pacientes com acompanhamento profissional. O trabalho considera as etapas de fundamentação e estudo de ferramentas, a criação de dois novos cenários virtuais imersivos, o suporte a dois novos dispositivos (um de visualização, e outro de rastreamento), e a definição dos novos exercícios a serem implementados, com apoio constante de profissionais de saúde.

Para tanto, este trabalho está assim organizado: a Seção 2 faz a apresentação do jogo original, a Seção 3 apresenta os materiais e métodos utilizados na criação de novos cenários e suporte a novos dispositivos, a Seção 4 apresenta o trabalho em andamento com recursos incorporados para a nova versão até o momento, e a Seção 5 mostra as conclusões e os trabalhos futuros.

II. MOTION REHAB

O Motion Rehab AVE 3D é um exergame desenvolvido com a game engine Unity, e faz uso de dispositivos para captação de movimentos e visualização em RV para proporcionar uma ferramenta de apoio ao processo de reabilitação convencional. O projeto tem intenção de oferecer essa ferramenta com um custo benefício viável para ser utilizada pelos profissionais de saúde.

O exergame propõe atividades em que o paciente realiza uma série de movimentos considerando objetos e desafios disponíveis em um cenário virtual. O jogo contempla, atualmente, seis atividades que consideram exercícios de flexão, abdução, adução do ombro, abdução e adução horizontal do ombro, extensão de cotovelo, extensão de punho, flexão de joelho, flexão e abdução de quadril em um espaço 3D (Figura 1). As atividades consideram exercícios usados em sessões de reabilitação convencionais e foram definidas com ajuda de uma fisioterapeuta.



Figura 1. Mosaico apresentando os níveis de jogo atualmente disponíveis no Motion Rehab AVE 3D [6].

É apresentado para o usuário profissional de saúde, ao iniciar o jogo, um menu para selecionar uma fase, dificuldade e um avatar para representar o paciente. Ao iniciar uma fase, o jogador (paciente) pode observar seu personagem representado seus movimentos. No topo da tela, as informações de pontuação, tempo restante e dificuldade são exibidas.

O projeto Motion Rehab, desenvolvido em 2015, foi criado originalmente com uma interface 2D com suporte ao sensor de movimentos Kinect v1. Na versão atual, o jogo possui uma interface 3D e tem suporte ao sensor de movimentos Kinect v2 e ao dispositivo de visualização e rastreamento Oculus Rift (modelos DK1 e DK2). Um módulo adicional (Motion Rehab 3D Plus [8]) pode ser acionado pelo fisioterapeuta para criar um programa de atividades personalizado a seus pacientes (Figura 2), para atendimento individualizado e com coleta dos dados de desempenho ao longo do processo de reabilitação.

Sabe-se que existem diferentes estudos relacionados à utilização de exergames em processos de reabilitação de membros superiores e inferiores, que empregam o monitoramento de movimentos dos indivíduos por meio de sensores [9][10]. Como exemplo, pode-se destacar os estudos de Norouzi-Gheidari *et al.* [11], Passos *et al.* [12], Choi e Paik [13], e González-González *et al.* [14], que utilizaram exergames para a reabilitação de pacientes que sofreram acidente vascular encefálico, sendo que cada abordagem considerou aspectos físicos distintos.

Apesar desses estudos cumprirem o propósito de auxiliar na terapia convencional e motivar a realização dos exercícios, o problema é que cada um deles apresenta uma solução distinta, que atende somente um propósito específico. Isso acarreta, pelo menos, dois empecilhos para o profissional da saúde que deseja utilizar exergames em sua clínica: o alto custo de aquisição de diversos equipamentos e programas de computador; e o aprendizado para utilizar cada um deles.



Figura 2. Interface do módulo Motion Rehab 3D Plus para seleção de atividades [8].

É nesse contexto que a continuidade do exergame Motion Rehab AVE 3D se justifica, uma vez que o objetivo é inserir novos níveis de jogos em uma solução já existente. Além disso, oferecer variadas tarefas de reabilitação recorrentes em clínicas, disponibilizando ao profissional de saúde uma ferramenta que auxilie o tratamento personalizado para um grupo variado de pacientes.

Para tanto, foi discutido sobre a importância de incluir novos cenários motivadores e imersivos, capazes de agregar outras atividades de recuperação para pacientes, bem como dar suporte a novos dispositivos de interação.

Com isso em mente, foram criados dois novos ambientes virtuais, incluindo-se o mapeamento de outros exercícios (recomendados por fisioterapeuta) e equipamentos mais recentes. Os ambientes virtuais contemplam a representação de uma área de hidroterapia e um espaço de praça pública. Em relação aos exercícios, recebeu-se orientação do profissional de saúde para monitorar e mapear exercícios de agachamento, abdução horizontal de ombro, abdução horizontal de membro superior e abdução e adução de membro inferior. A próxima seção aborda isto em detalhes.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Nos projetos desenvolvidos para o exergame Motion Rehab são utilizados diferentes ferramentas que permitem a modelagens dos objetos e cenários, o desenvolvimento e programação dos jogos, e o suporte a dispositivos imersivos e de captura de movimentos. As próximas subseções explicam os materiais e métodos utilizados no projeto da nova versão do jogo.

A. Plataformas de desenvolvimento

Para este projeto, adotou-se a Unity como game engine para o desenvolvimento dos níveis de jogo do Motion Rehab. Ela é uma das plataformas de desenvolvimento de jogos 2D e 3D mais conhecidas, tem vasta documentação e possibilita a programação em alto nível ao desenvolvedor [15].

Já para a criação dos cenários e objetos do jogo, optou-se pelo 3ds Max. Esse programa de modelagem tridimensional permite também renderização de imagens e animações [16], bem como a exportação dos modelos para o formato FBX, já utilizado na versão atual do jogo.

B. Dispositivos de visualização e rastreamento

Como o exergame Motion Rehab é um jogo 3D, e também pode ser jogado de maneira imersiva, é necessário suporte a alguns dispositivos de visualização e rastreamento. Eles têm a função de fazer com que o usuário tenha uma interação completa com o jogo, causando uma sensação de presença

durante o processo interativo. Com esses dispositivos podem ser usadas algumas técnicas que estimulam os sentidos sensoriais nos seus usuários [17].

Um dos principais equipamentos para que a pessoa consiga ter uma experiência imersiva é o uso do *head-mounted display* (HMD). Este dispositivo tem a função de transmitir duas imagens, uma para cada olho, através de displays óticos e controle da razão de aspecto, além de rastrear os movimentos de cabeça. As imagens são combinadas pelo cérebro (da mesma forma que percebemos o ambiente real com as imagens captadas por nossos olhos), o que proporciona uma ilusão de profundidade em nossa visão, uma técnica que é chamada de estereoscopia. Atualmente, o jogo tem suporte aos modelos Rift DK1 e DK2 [18]. No entanto, existem versões mais recentes de HMDs, como o Oculus Quest [18] e o Vive [19].

Para a captura dos movimentos do corpo do jogador durante o processo interativo no exergame, pode-se utilizar do mapeamento realizado por sensores de movimentos. Geralmente, esses equipamentos são compostos de uma câmera RGB para reconhecimento facial, um sensor de profundidade para mapear o ambiente, um microfone embutido para captação de ruídos, e uma API de reconhecimento de pontos de articulação do corpo humano. Atualmente, o jogo tem suporte aos modelos Kinect Xbox 360 (V1) e One (V2).

IV. DESENVOLVIMENTO

As próximas subseções apresentam o trabalho em andamento da nova versão do jogo, denominada Motion Rehab 3D AVE V2.

A. Suporte a novo sensor de movimentos

Anteriormente, o Motion Rehab foi desenvolvido com suporte aos sensores de movimentos Kinect V1 e Kinect V2. Entretanto, devido a descontinuidade destes sensores pela Microsoft, foi preciso buscar um novo dispositivo para fazer a substituição.

Duas opções foram consideradas, com o intuito de reduzir ou eliminar a dependência com APIs de sensores de movimento, e considerando os equipamentos disponíveis para a pesquisa em laboratório: utilizar a biblioteca OpenPose [20] (dispensando o uso de sensores de movimentos, e dependendo apenas de uma câmera RGB), e/ou utilizar a biblioteca NuiTrack SDK [21], que tem suporte a diferentes sensores de movimento (entre eles, o Orbbec Astra [22] e os próprios Kinect V1 e V2).

Ao avaliar a biblioteca OpenPose, dois problemas foram encontrados: a incapacidade de capturar profundidade (impedindo a atribuição de movimentos em três dimensões), e o alto poder computacional preciso para sua execução.

Em relação a biblioteca NuiTrack SDK, foi possível incorporá-la facilmente ao projeto e realizar a captura de movimentos. Ela dispõe de uma versão gratuita (três minutos de interação) e uma versão paga, com preço acessível (interação ilimitada), além de boa documentação para projetos que envolvem sensores de movimento.

Nesse contexto, trabalhou-se também na inclusão de suporte ao sensor de movimentos Orbbec Astra PRO, escolhido para substituir o Kinect. Ele possibilita atribuir facilmente os movimentos capturados para um avatar 3D, além de ter um desempenho superior ao do Kinect, ser portátil

e também ter um custo acessível (comparado a outros modelos de mercado). Os únicos contras são a ineficiência de capturar pequenos detalhes de profundidade e alcance curto, similar ao Kinect. Porém esses requisitos são irrelevantes para esta versão do jogo, pois os exercícios são mapeados para o movimento de pacientes em espaços curtos, utilizando HMD.

B. Suporte a novo head-mounted display

Conforme abordado anteriormente, o Motion Rehab AVE 3D também possui suporte para visualização em terceira pessoa, sem a necessidade de um HMD. Porém, para a experiência imersiva, e para melhorar a eficiência da reabilitação, o projeto foi reconfigurado para também dar suporte ao HTC Vive (além do Rift).

Nos primeiros testes somente com o uso do HTC Vive (HMD e controles), o jogo comportou-se como o esperado na execução de tarefas em atividades que não requerem a captura de movimentos espaciais. Porém, num segundo teste preliminar, com todo o conjunto de dispositivos, notou-se que existe um conflito entre os sensores de HTC Vive e do Orbbec Astra PRO. Para tanto, testes mais apurados estão sendo projetados para avaliar se o conflito tem relação com o mapeamento de movimentos em software, ou se é um problema em relação aos sensores de profundidade existentes nos dois equipamentos.

C. Criação de novos cenários

Foram definidos novos cenários 3D para a nova versão do exergame, considerando exercícios de fisioterapia que exploram a percepção espacial, estabelecidos com a orientação da fisioterapeuta. Os novos cenários virtuais representam uma área de hidroterapia e uma praça pública, conforme Figura 3 e Figura 4.

A escolha destes ambientes se deu por conta de serem ambientes reais onde as pessoas em geral estão acostumadas a praticar atividades de fisioterapia (piscina e acessórios na hidroterapia) e exercícios que estimulam a habilidade motora (academias ao ar livre na praça).

Além disso, considerou-se estudos que destacam que ambientes ricos em estímulos influenciam positivamente no aumento da estimulação sensorial, cognitiva e motora [23]. A percepção do ambiente a nossa volta pode influenciar diretamente na evolução do tratamento [24]. Diante disso, os elementos criados para compor os cenários propostos consideram características que transmitem conhecimentos ergonômicos adequados e habituais para um ambiente terapêutico.

Para a criação dos cenários virtuais, foi iniciado um estudo para entender o funcionamento dos ambientes, para que as criações artísticas representassem da melhor forma a realidade desses espaços. Após levantamento dos dimensionamentos adotados nesses espaços para o uso real, foram definidas dimensões para a piscina, mobiliários da área de hidroterapia, e elementos identificadores de uma praça pública, incorporando-os aos cenários virtuais.

Após a concretização dos cenários, fez-se a exportação das malhas e dos mapas de texturas para o projeto na Unity, utilizando conversão de modelos 3D para o formato FBX. Em projeto, ainda foram realizados ajustes de iluminação e testes de renderização das faces, para a exibição correta dos ambientes em tempo de execução.



Figura 3. Visão de novo cenário de jogo: piscina de hidroginástica.

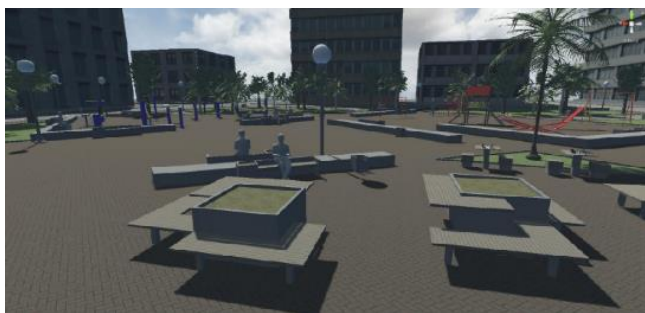


Figura 4. Visão de novo cenário de jogo: praça pública.

D. Definição de novos exercícios

Os novos exercícios propostos pela fisioterapeuta para a nova versão do exergame Motion Rehab consideram o agachamento, a abdução horizontal de ombro, a abdução horizontal de membro superior e a abdução e adução de membro inferior (Figura 5).

Este projeto decidiu por tais exercícios cinesioterapêuticos pois os mesmos priorizam a funcionalidade e permitem que os usuários os realizem de forma agradável e eficaz. São exercícios que envolvem grandes grupos musculares e podem melhorar a resistência, o equilíbrio e aumentar a funcionalidade para as atividades de vida diária, proporcionando ganhos no aspecto social, mental e físico, contribuindo também para maior autonomia e qualidade de vida [25].

No cenário de hidroterapia serão mapeados pelo jogo os exercícios de agachamento e de abdução horizontal de ombro, enquanto no cenário da praça pública serão considerados os exercícios de abdução horizontal de membro superior e de abdução e adução de membro inferior.



Figura 5. Representação dos novos exercícios incorporados aos cenários da piscina e da praça.

Esta etapa ainda está em fase de desenvolvimento. Para a definição de *gameplays* das tarefas do jogo (relacionadas ao monitoramento da execução dos exercícios propostos), o projeto adotará a aplicação da metodologia ágil Scrum [26],

considerando *sprints*, definidos e revisados em *sprint plannings* e *sprint reviews* com a fisioterapeuta.

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o andamento do desenvolvimento do VR-exergame Motion Rehab 3D AVE V2, uma nova versão do jogo Motion Rehab AVE 3D. Foram apresentados os novos cenários e exercícios concebidos para o jogo, bem como o suporte aos novos dispositivos de visualização e rastreamento.

Os exergames estão cada vez mais ganhando espaço na área da saúde, e a geração desse jogo pode ser uma ferramenta útil para ajudar fisioterapeutas na reabilitação motora e de equilíbrio de seus pacientes, independente do acometimento.

Os próximos objetivos do projeto estão relacionados a resolução do conflito entre o HMD e o sensor de movimentos, bem como a definição de *gameplays* para os novos exercícios dentro da dinâmica do jogo. Após isto, prevê-se uma fase de testes de rastreamento dos movimentos, com acompanhamento da fisioterapeuta, para validar o mapeamento e as ações do jogador.

Por último, será realizada avaliação com pacientes de duas clínicas de fisioterapia para analisar a usabilidade e a utilidade do jogo, considerando tarefas de visualização e rastreamento em primeira pessoa. Para tanto, prevê-se a submissão prévia do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa, para obter aprovação do protocolo de realização dos experimentos com usuários e profissionais de saúde.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho faz parte do escopo do projeto "Motion Rehab AVE 3D: um exergame de Realidade Virtual para reabilitação pós-AVE", Chamada Universal MCTIC/CNPq n.º 28/2018. Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e de cotas de iniciação científica, e para a Fundação Universidade de Passo Fundo (FUPF) pela concessão de bolsas PIBIC/CNPq e PIBIC/UPF.

REFERÊNCIAS

- [1] Huang, H. et al. How to create flow experience in exergames? Perspective of flow theory. *Telematics and Informatics*, v. 35, n. 5, p. 1288-1296, 2018.
- [2] Lyons, E. J. Cultivating engagement and enjoyment in exergames using feedback, challenge, and rewards. *Games for health journal*, v. 4, n. 1, p. 12-18, 2015.
- [3] Taylor, M.J.; Lindsverk, H.; Nygaard, M.; Hunt, J.; Shanks, J.; Griffin, M.; Shawis, T.; Impson, R. Comparing the energy expenditure of Wii-Fit-based therapy with that of traditional physiotherapy in an older adult population. *J Am Geriatr Soc.*, v.62, n.1, p.203-205, 2014.
- [4] Anderson, F.; Annett, M.; Bischof, W.F. Lean on Wii: physical rehabilitation with virtual reality Wii peripherals. *Stud Health Technol Inform.*, v. 154, p. 229-234, 2010.
- [5] Bao, X.; Mao, Y.; Lin, Q.; Qiu, Y.; Chen, S.; Li, L.; Cates, R. S.; Zhou, S.; Huang, D. Mechanism of Kinect-based virtual reality training for motor functional recovery of upper limbs after subacute stroke. *Neural Regen Res.*, v. 5, n. 8, p. 2904-13, 2013.
- [6] Trombetta, M. et al. Motion Rehab AVE 3D: A VR-based exergame for post-stroke rehabilitation. *Computer methods and programs in biomedicine*, v. 151, p. 15-20, 2017.
- [7] Trombetta, M. et al. Motion Rehab AVE 3D. 2016. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512016001373-7, data de registro: 21/10/2016, título: "Motion Rehab AVE 3D", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- [8] Trombetta, M. et al. Motion Rehab 3D Plus: Um Exergame Customizável Aplicado à Reabilitação Física. In: Simpósio Brasileiro

- de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS), 2018, Natal. Anais do SBCAS, 2018. v. 18. p. 1-10.
- [9] Lee, H. S.; Park, Y. J.; Park, S. W. The effects of virtual reality training on function in chronic stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *BioMed Research International*, v. 2019, 2019.
- [10] Aguilar-Lazcano, C. A. et al. Interaction modalities used on serious games for upper limb rehabilitation: a systematic review. *Games for health journal*, v. 8, n. 5, p. 313-325, 2019.
- [11] Norouzi-Gheidari, N. et al. Interactive virtual reality game-based rehabilitation for stroke patients. In: 2013 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR). IEEE, 2013. p. 220-221.
- [12] Passos, N. R. S. et al. Siirius Surfer utilizando jogos serios na reabilitação de tronco para pacientes pós-AVC. *Proceedings do XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2013)*, p. 25-28, 2013.
- [13] Choi, Y. H.; Paik, N. J. Mobile game-based virtual reality program for upper extremity stroke rehabilitation. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, n. 133, p. e56241, 2018.
- [14] González-González, C. S. et al. Serious games for rehabilitation: Gestural interaction in personalized gamified exercises through a recommender system. *Journal of biomedical informatics*, v. 97, p. 103266, 2019.
- [15] Unity. Unity (game engine). Disponível em: <<https://unity.com/>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [16] 3ds Max. 3ds Max: 3D Modeling, Animation and Rendering Software. Autodesk, Inc. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/3ds-max/overview>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [17] Burdea, Grigore C.; Coiffet, Philippe. *Virtual reality technology*. John Wiley & Sons, 2003.
- [18] Oculus. Oculus: equipamentos e headsets de realidade virtual. Disponível em: <<https://www.oculus.com>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [19] Vive. Vive: Discover Virtual Reality Beyond Imagination. Disponível em: <<https://www.vive.com/sea/>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [20] OpenPose. OpenPose: Real-time multi-person keypoint detection library for body, face, hands, and foot estimation. Disponível em: <<https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [21] NuiTrack. NuiTrack Full Body Skeletal Tracking Software - Kinect replacement for Android, Windows, Linux, iOS, Intel RealSense, Orbbec. Disponível em: <<https://nuitrack.com>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [22] Orbbec. Orbbec: Intelligent computing for everyone everywhere. Disponível em: <<https://orbbec3d.com>>. Acesso: 25 jun. 2020.
- [23] Arakawa, A.; Kaneko, M.; Narukawa, M. An investigation of factors contributing to higher levels of placebo response in clinical trials in neuropathic pain: a systematic review and meta-analysis. *Clinical drug investigation*, v. 35, n. 2, p. 67-81, 2015.
- [24] Da Fonseca, L. J. P.; Brandalize, M.; Brandalize, D. Nintendo Wii na reabilitação de pacientes com paralisia cerebral—relato de caso. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 16, n. 1, 2012.
- [25] Vilela-Junio, J. F.; Soares, V. M. G.; Maciel, A. M. S. B. A importância prática da cinesioterapia em grupo na qualidade de vida de idosos. *Acta Fisiátrica*, v. 24, n. 3, p. 133-137, 2017.
- [26] Keith, C. *Agile Game Development with Scrum*. Addison-Wesley, 2010.