B-VR: Sistema com realidade virtual para auxiliar no tratamento da coordenação motora do equilíbrio

Kennedy Santos Torres¹, Alexandre Henrique Kavalerski Teixeira¹, Fabiano Fagundes^{1,2}, Jackson Gomes de Souza¹, Pierre Soares Brandão^{2,3}

¹ Departamento de Computação - ² Psicologia - ³ Educação Física - Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA) - Palmas, TO - Brasil

{altmaisefequatro, kavalerskialexandre, thilfa, jackson.souza, pierrebrandao}@gmail.com

Resumo. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema que utiliza realidade virtual para simular ambientes e situações que possam auxiliar no processo de reabilitação motora do equilíbrio de pacientes com disfunção dessa habilidade. O sistema tem o objetivo de tornar o tratamento desse problema mais estimulante, uma vez que os métodos convencionais do tratamento podem ter uma longa duração e serem bastante repetitivos, levando os pacientes a acharem o mesmo cansativo e desanimador. Para isso o sistema possui 3 (três) ambientes virtuais onde cada um possibilita o usuário de praticar exercícios de equilíbrio estático e dinâmico.

1. Introdução

O crescimento exponencial de dados de diferentes fontes e formatos dispostos de forma online possibilita ao usuário a facilidade de acesso a um grande volume de informações. Entretanto, essa facilidade pode ocasionar uma sobrecarga de informações, que é uma das maiores preocupações para o entendimento de dados obtidos por meio de mecanismos de recuperação de informação.

Durante a reabilitação de um paciente com problemas de coordenação motora do equilíbrio, atividades físicas são essenciais para um bom resultado desse processo (SVEISTRUP, 2004). Porém, em muitos casos, as atividades às quais os pacientes são submetidos a praticar, seguindo os métodos convencionais, são de longa duração e repetitivos. Dessa forma, elas são julgadas como cansativas e desestimulantes por muitos dos pacientes, podendo não ter bons resultados terapêuticos (BALISTA, 2013).

O desenvolvimento motor ou da coordenação motora é um processo sequencial relacionado à idade cronológica. Trata-se da forma com que os músculos são trabalhados para realizar determinadas tarefas do dia a dia. Ainda para o autor, o desempenho da coordenação motora de uma pessoa adulta depende diretamente do cotidiano que esse indivíduo viveu durante a infância. A forma com que essa pessoa passou essa fase tem influência de modo direto na melhoria de suas habilidades motoras (SÁ, 2014).

Para que diversas tarefas motoras sejam realizadas por uma pessoa, o sistema de controle postural é essencial. Esse sistema é responsável por três ações básicas que todo humano realiza: suporte, equilíbrio e estabilização (FERREIRA et al., 2012). O equilíbrio é a ação que será foco deste trabalho.

O equilíbrio é o estado em que todas as forças de movimento são balanceadas (FERREIRA et al., 2012). Figliolino (2009) diz que, para isso, o controle do equilíbrio requer a manutenção do centro da gravidade sobre a base de sustentação durante situações estáticas (corpo permaneça na orientação e no posicionamento desejados) e dinâmicas (que se movimente de forma controlada).

Segundo o estudo de Figliolino (2009), uma das formas de melhorar o equilíbrio, é a prática de atividades físicas. Essa prática também proporciona uma vida mais saudável, o que pode resultar em uma estimativa de vida maior do que a média.

A partir da evolução e surgimento de tecnologias, novas formas de realizar determinadas tarefas são cada vez mais comuns. Uma tecnologia que possibilitou não somente realizar algumas tarefas, mas visualizar e interagir com um ambiente completamente virtual foi a Realidade Virtual (RV). Para Tori e Kirner (2006), a RV possibilita a geração de ambientes totalmente virtuais que proporcionam ao usuário total imersão, interação e exploração dos elementos e ambientes digitais.

O uso da Realidade Virtual tornou-se bastante popular com o passar dos anos (PENDIT, 2017), pois essa tecnologia está “trazendo novas possibilidades de composição, visualização tridimensional de imagens, interação e simulação” (NUNES et al., 2011). As tecnologias relacionadas à RV proporcionam imersão total dos usuários nos ambientes virtuais desenvolvidos para exploração desses ambientes, pois, com o poder tecnológico avançado, a RV produz ambientes simulados, interativos e multidimensionais (SVEISTRUP, 2004)

2. Realidade Virtual

A maioria das informações recebidas pelo ser humano tem a forma de imagens visuais, as quais são interpretadas por um computador extremamente eficiente, o cérebro (NETTO et al., 2002). A Realidade Virtual é uma tecnologia que fornece imagens tridimensionais para o cérebro humano, que faz com que a sensação de imersão em um ambiente aconteça.

A realidade virtual é uma forma de visualização de um ambiente com total imersão utilizando elementos virtuais que objetivam “sequestrar nossos sentidos da realidade, oferecendo-lhes estímulos simulados que são interpretados como reais pelo nosso cérebro” (BARBOZA; BARBOSA; SILVA JUNIOR, 2017).

O que a RV proporciona se dá graças à junção de várias outras tecnologias como por exemplo: interfaces visuais, Head Mounted Displays (HMD), dispositivos de rastreamento de movimento (tracking) e vários outros sensores presentes principalmente em smartphones - se a aplicação de RV for mobile - em computadores e também em tablets (SVEISTRUP, 2004; BARBOZA; BARBOSA; SILVA JUNIOR, 2017).

Os Head Mounted Displays são basicamente os óculos de realidade virtual utilizados para visualizar e interagir com os ambientes virtuais. Embora atualmente haja opções caras - algumas custando mais de R\$ 3 mil reais - de HMD's para a utilização dessa tecnologia, há também opções muito baratas, como o Google Cardboard (Figura 1), tendo sua versão mais simples custando R\$ 21,47 (GOOGLE CARDBOARD, 2018) e outras opções podendo sair mais baratas que isso, pois podem ser feitas em casa.

Figura 1. Google Cardboard.

Versões mais complexas de óculos de realidade virtual possuem controles (joysticks) que fazem o trabalho de tracking nas mãos e proporcionam uma interação mais completa com o ambiente e seus elementos oferecendo, conseqüentemente, uma maior imersão. Os que não possuem controles, como o Google Cardboard (Figura 1), utilizam de outro elemento que se chama gaze click (Figura 2) que serve como uma mira na visão do usuário e é utilizada para interagir com os objetos presentes no ambiente virtual.

Figura 2. Demonstração do gaze click.

Ao apontar a gaze para um objeto, a mesma tem de ser fixada no elemento, um temporizador irá aparecer, geralmente ao redor da própria gaze e ao final do tempo, que costuma ser curto, a ação será executada sobre o elemento para o qual está mirando (GOOGLE CARDBOARD, 2018), seja ela de clicar ou selecionar, por exemplo.

Para Sveistrup (2004), a principal característica em aplicações da realidade virtual é a interação. Ambientes virtuais são criados para permitirem principalmente que os usuários interajam não somente com o ambiente em si, mas também com objetos, elementos virtuais tridimensionais presentes nesses ambientes.

A área da Realidade Virtual possui quatro elementos chaves para seu funcionamento:

- **ambientes virtuais:** definidos como os ambientes imaginários ou sintéticos e são apresentados ou possíveis de visualizar através dos dispositivos (FERNANDÉZ, 2005);
- **imersão:** a sensação de fazer parte do lugar em que está, ou do ambiente, mesmo que virtual. A sensação de imersão pode ser totalmente mental, de estado ou através de meios físicos, sendo a imersão física a característica definidora da realidade virtual. Imersão mental é quando o usuário está profundamente engajado no ambiente, tem envolvimento e suspense. A imersão física, é o fato de o usuário estar fisicamente em um ambiente (SHERMAN; CRAIG, 2003);
- **respostas sensoriais:** são um agrupamento das “informações visuais, táteis e auditivas, que o usuário recebe do sistema e que estão em concordância com o estado atual do mundo virtual onde ele está imerso” (FERNANDÉZ, 2005, p. 18);
- **interatividade:** é a adaptação constante do sistema de acordo com a mudança de posição do usuário e sua movimentação dentro do ambiente virtual em que ele está inserido (FERNANDÉZ, 2005).

O B-VR é um sistema de RV que atende a esses elementos chave dessa tecnologia e instiga o paciente a trabalhar algumas habilidades como a propriocepção e o controle postural, ambas muito importantes para manter o equilíbrio do corpo.

3. Propriocepção e Controle Postural

Definir o termo propriocepção foi uma tarefa que criou controvérsias no meio científico. O termo surgiu inicialmente em 1606 e se referia à capacidade de reconhecer a posição das articulações no espaço, também sendo descrito como o resultado de entradas neurais vindas das articulações, tendões, músculos e proprioceptores internos do tecido. Essas entradas seriam projetadas para o Sistema Nervoso Central (SNC), processadas e por último seriam regulamentadas em reflexos e controle motor (ANTUNHA e SAMPAIO, 2008).

Lobato et al. (2005) dizem que, “atualmente, a literatura mostra que propriocepção é uma condição complexa acompanhada por diferentes tipos de sensações, isto é, senso de posição, velocidade e detecção de movimento e força” e está diretamente ligada ao controle da postura corporal (SOUZA et al., 2006).

O controle postural é o controle realizado por um sistema complexo e tem o objetivo de controlar a posição dos segmentos do corpo dando suporte, estabilidade e equilíbrio. Isso é feito baseado em informações do sistema visual, vestibular e somatossensorial, sendo a propriocepção uma das fontes sensoriais mais importantes para o controle postural (SOUZA et al., 2006; MOCHIZUKI et al., 2003).

Bruni et al. (2008) falam que o controle postural é definido como a habilidade de manter o equilíbrio oscilando ou recuperando o centro da massa do corpo sobre a base de sustentação e com a habilidade de controlar a posição do corpo no espaço. Para que o corpo não caia no chão em virtude da gravidade, o controle postural garante que os músculos apropriados sejam contraídos mantendo o corpo na posição ereta.

Para que o indivíduo pratique ações como correr e chutar por exemplo, ou outras atividades físicas, é necessário que o mesmo tenha uma certa habilidade de se manter em pé ao executar tais movimentos. Essa habilidade é conhecida como equilíbrio, e permite o sujeito manter seu corpo em pé sem que o mesmo caia no chão devido à força da gravidade, além de precisar também do que é conhecida como coordenação motora.

4. Coordenação Motora e Equilíbrio

Para que uma pessoa possa se movimentar da forma como deseja é preciso que tenha bem desenvolvida a Coordenação Motora (CM). Esse desenvolvimento é um processo sequencial e está relacionado à idade cronológica, que retrata a interação entre as características do indivíduo, da tarefa a ser realizada e do ambiente em que está inserido (SÁ, 2014).

A CM é um aspecto do desenvolvimento humano que é melhorado o tempo todo, passa por alterações e pode depender da condição física ou qualidade de vida do indivíduo. Começa a se fortalecer desde o nascimento, quando o bebê faz movimentos involuntários até conseguir se acostumar com aquele movimento. Essa fase é chamada de sensório-motora pois tudo é aprendido pelo bebê a partir da sua percepção.

Para Silva et al. (2008), o equilíbrio é um processo complexo que depende da junção da visão, da sensação vestibular e também da periférica, dos comandos centrais e respostas neuromusculares e, particularmente, da força dos músculos e do tempo de reação. Outro conceito de equilíbrio é o de Teixeira (2010), que descreve que o equilíbrio refere-se à habilidade de condicionar a posição do corpo (do centro de massa) dentro dos limites de estabilidade através da inter-relação das várias forças atuantes no corpo, incluindo a força da gravidade, dos músculos e inércia.

O equilíbrio é um processo que necessita totalmente das entradas vindas dos sistemas sensoriais, portanto, qualquer falha presente em algum desses sensores pode ocasionar distúrbios posturais ou quedas (AIKAWA et al., 2006). O objetivo básico do equilíbrio, segundo Figueiredo et al. (2007) é manter a estabilidade corporal tanto em condições estáticas quanto dinâmicas.

O equilíbrio estático é quando a base de suporte dos pés se mantém fixa enquanto o centro de gravidade do indivíduo se movimenta. Dessa forma, o centro de equilíbrio mantém o centro de gravidade dentro da base de suporte dos seus pés. No equilíbrio dinâmico, tanto o centro de gravidade do indivíduo como a base de suporte dos pés estão em movimento constante (MELO et al., 2017).

5. Materiais e Métodos

Para a criação de ambientes virtuais é necessário que se tenha os elementos desse ambiente modelados em três dimensões, por isso, é preciso utilizar softwares de modelagem 3D para tal ação. Um software bastante utilizado em modelagem de elementos 3D é o 3DSMax da empresa Autodesk.

Após a modelagem de todos os objetos que iam compor os ambientes virtuais foi preciso que esses objetos fossem posicionados para finalmente formar a cena responsável por

imersão o usuário em um espaço totalmente virtual. Para essa função, existem engines de desenvolvimento bastante completas e que podem entregar um resultado bem satisfatório. A engine de desenvolvimento escolhida para a montagem foi a Unity3D.

O Head Mounted Display escolhido para servir como plataforma de teste do sistema foi o Google Cardboard (Figura 1) devido seu baixo custo e ainda possui ótimo potencial, e irá ser implementado a tecnologia de gaze click (Figura 2) para interação dentro do sistema.

Para que fosse feita uma integração do sistema dentro da Unity com funcionalidades de RV foi utilizado o Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) do Google, o Google VR SDK. Com essa SDK é possível desenvolver aplicativos suportado pelo óculo de baixo custo da empresa - Google Cardboard (Figura 1) (GOOGLE CARDBOARD, 2018).

A linguagem de programação utilizada para programar todas as funcionalidades do sistema foi o C#. Todos os códigos foram escritos no Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) Visual Studio Code.

Para trabalhar o equilíbrio do paciente, serão selecionados alguns exercícios necessários para a reabilitação motora do equilíbrio. Como cada ambiente terá a opção de se fazer exercício do tipo estático e dinâmico, logo, o foco dentro do sistema é nesses tipos de atividades. O sistema contará com situações que façam o paciente caminhar, atravessar pontes, ficar em uma perna só por um certo período de tempo, todas essas com algumas distrações e obstáculos para fazer com que o paciente se sinta desafiado a fazer o que está sendo proposto dentro do B-VR.

6. Resultados e Discussão

Este trabalho teve como resultado o desenvolvimento de um software web, que permite ao usuário uma visualização sobre os dados de risco de casos de dengue da cidade de Palmas - TO de forma interativa. Para isso o projeto utilizou técnicas de VI que foram mencionadas neste trabalho, bem como ferramentas e tecnologias para desenvolvimento de software web.

O B-VR foi desenvolvido com a intenção de auxiliar no tratamento de pacientes com distúrbios na coordenação motora do equilíbrio, tendo em mente que os métodos tradicionais podem ser bastante cansativos e monótonos pelo fato de serem sessões repetitivas (BALISTA, 2013). O objetivo do sistema criado não é substituir o tratamento com métodos convencionais mas, sim, torná-los mais atrativos para os pacientes.

A coordenação motora do equilíbrio é essencial para uma boa postura e também para que possam ser realizadas diversas atividades do dia a dia (FERREIRA et al., 2012). A reabilitação de pacientes com distúrbios nessa habilidade, feita com o auxílio de realidade virtual, pode promover uma reabilitação efetiva e vem sendo uma integração que está tendo bastante sucesso (SVEISTRUP, 2004).

O aplicativo conta com 3 (três) ambientes virtuais com intuito de se apresentar como uma ferramenta lúdica: velho oeste, acampamento e montanha. O B-VR foi modelado com o estilo lowpoly que são modelagens ou estilos de artes formadas de pequenas quantidades de triângulos em suas malhas.

Após abrir o app o usuário irá visualizar o menu principal contendo as três opções de ambientes possíveis dentro do B-VR (Figura 3) podendo selecionar a que o profissional julgar necessário, utilizando a tecnologia de gaze click já mencionada.

Figure 3. Menu principal do sistema com as opções de ambiente.

A figura 3 demonstra o menu principal do sistema que também é exibido como nas aplicações que utilizam RV, ou seja, com a divisão com cada lado trazendo uma perspectiva diferente para o respectivo olho. A figura está dessa forma apenas para facilitar a visualização do menu, sem a utilização de um óculos de realidade virtual. Após escolher qual ambiente irá imergir, o usuário, sob orientação do profissional que estiver acompanhando o procedimento, deve escolher se vai realizar exercícios do tipo estático ou dinâmico, para isso terão dois botões indicando o tipo da atividade.

As figuras a seguir apresentam a tela inicial de cada um dos ambientes criados para a aplicação, independente de qual tipo de exercício o usuário escolher. O primeiro ambiente representa uma cidade no estilo velho oeste (Figura 4), com diversos elementos característicos como: cactos, minas, construções de madeira e outras características.

Figura 4. Ambiente de velho oeste do sistema.

No ambiente do velho oeste é possível caminhar por toda a cidade, que terá situações para fazer com que o usuário fique em equilíbrio para realizá-las, sob orientação do profissional que estiver acompanhando o paciente.

O segundo ambiente é um acampamento (Figura 5) em um lugar calmo, com um rio, grama, árvores e pedras, um ótimo local para se acampar. Também conta com uma tenda e uma pequena passarela de pedras para atravessar o rio. Atividades como essa de atravessar a passarela, deverá ser realizada pelo paciente, que terá distrações durante a travessia por exemplo.

Figura 5. Ambiente de acampamento do sistema.

As distrações objetivam dificultar a realização da atividade pelo usuário, que precisa manter o foco e o equilíbrio durante a prática do exercício. Todos os ambientes exercicio com distrações durante as atividades.

Figura 6. Ambiente de montanhas do sistema.

O terceiro ambiente virtual oferece uma visão do alto de uma montanha (Figura 6), onde existe uma passagem para o outro lado apenas uma ponte de pedra cuja queda remete a uma situação de perigo.

Depois que o usuário escolheu a cena e o tipo de exercício, podendo escolher entre duas opções: exercícios que treinam o equilíbrio estático ou que treinam o equilíbrio dinâmico. A atividade iniciará logo em seguida, sendo sempre feitas com o acompanhamento do profissional, uma vez que o sistema não guarda nenhum dado do paciente.

7. Conclusão

O objetivo do trabalho foi demonstrar o sistema desenvolvido, B-VR, que será utilizado para auxiliar no processo de reabilitação motora do equilíbrio. É importante ressaltar que o sistema não deve ser a única forma de tratar pacientes com essa disfunção, o B-VR é apenas uma ferramenta para complementar os métodos convencionais, e não tem o objetivo de substituí-los.

O sistema ainda não está concluído, faltando ainda desenvolver os exercícios que serão selecionados, dentro do sistema. Para o futuro pensa-se em modelar mais ambientes, trazer outros tipos de exercícios para dentro do B-VR e também estudar a possibilidade de incluir outras tecnologias que possam colher dados do paciente durante o uso do sistema, porém o foco continua, que é o equilíbrio.

O B-VR deve ser sempre utilizado com o profissional acompanhando o processo, tendo em mente que não são captadas informações a respeito do que o paciente faz dentro do sistema, é o profissional quem vai analisar como está indo o desempenho do paciente e se o sistema está conseguindo ajudar em algum aspecto do processo de reabilitação do equilíbrio.

Referências

- AIKAWA, Adriana Correia; BRACCIALLI, Ligia Maria Presumido; PADULA, Rosimeire Simprini. Efeitos das alterações posturais e de equilíbrio estático nas quedas de idosos institucionalizados. *Revista de Ciências Médicas*, Campinas, v. 15, n. 3, p. 189- 196, mai./jun. 2006. Disponível em: <<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/cienciasmedicas/article/view/1109>>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- ANTUNHA, Elsa Lima Gonçalves; SAMPAIO, Paulo. Propriocepção: um conceito de vanguarda na área diagnóstica e terapêutica. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 278-283, jul./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94628215>>. Acesso em: 29 de nov. de 2018.
- BALISTA, Vania Gabriella. PhysioJoy: Sistema de Realidade Virtual para Avaliação e Reabilitação de Déficit Motor. In: SBGAMES, 12., 2013, São Paulo. *Proceedings...* [s.

- l.]: Sbc, 2013. p. 16 - 18. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-6_Full.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.
- BARBOZA, Ricardo da Silva; BARBOSA, Matheus Palheta; SILVA JUNIOR, Jucimar Maia da. Desenvolvimento rápido de ambientes para realidade virtual em Unity utilizando PhotoSphere e CubeMap. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 16., 2017, Curitiba. Proceedings [s. l.]: Sbc, 2017. p. 1312 - 1326. Disponível em: <<https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/Tutoriais/176371.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018.
- BRUNI, Bianca Meale; GRANADO, Fernanda Boromello; PRADO, Ralfe Aparício. Avaliação do equilíbrio postural em idosos praticantes de hidroterapia em grupo. O Mundo da Saúde São Paulo, v. 32 n. 1, p. 56-63, jan./mar. 2008. Disponível em: <http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/58/56a63.pdf>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- FERNANDÉZ, Manuel Eduardo Loaiza. Implementação de um dispositivo de rastreamento óptico com 6 graus de liberdade para interação com aplicações de realidade virtual. 2005. 105 f. (Dissertação) Programa de Pós-graduação em Informática, PUC- RIO, 2005. Disponível em: <<http://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~manuel/shared/DissertacaoManuelEduardoLoaizaFernandez.pdf>>. Acesso em: 27 de nov. de 2018
- FERREIRA, Juliana Perazzo et al. Efeitos do treino de equilíbrio e coordenação motora em idosos: ensaio clínico randomizado. *Geriatrics, Gerontology and Aging*, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 183-191, 2012. Disponível em: <<http://ggaging.com/details/203/pt-BR/effects-of-training-on-balance-and-motor-coordination-in-elderly--a-randomized-controlled-trial>>. Acesso em: 26 de set. de 2018.
- FIGLIOLINO, Juliana Assis Magalhães et al. Análise da influência do exercício físico em idosos com relação a equilíbrio, marcha e atividade de vida diária. *Revista brasileira de geriatria e gerontologia*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 227-238, Aug. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-98232009000200227&lng=en&nrm=iso>. Access on 26 Sept. 2018.
- FIGUEIREDO, Karyna Myrelly Oliveira Bezerra de; LIMA, Kênio Costa; GUERRA, Ricardo Oliveira. Instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 408-413, dez. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Guerra4/publication/26488763_Instruments_for_the_assessment_of_physical_balance_in_the_elderly/links/00b7d53c7cf1849323000000.pdf>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- GOOGLE CARDBOARD. Google Cardboard. Disponível em: <<https://vr.google.com/cardboard/>>. Acesso em: 20 de nov. de 2018.
- LOBATO, D. F. M. et al. Avaliação Da Propriocepção Do Joelho Em Indivíduos Portadores De Disfunção Femoropatelar. *Revista brasileira de fisioterapia*, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 57-62, 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/NhTjqX>>. Acesso em: 29 de nov. de 2018.
- MELO, Renato de Souza; MARINHO, Sônia Elvira dos Santos; FERIRE, Maryelly Evelyn Araújo; SOUZA, Robson Arruda; DAMASCENO, Hélio Anderson Melo ; RAPOSO, Maria Cristina Falcão. Equilíbrio estático e dinâmico de crianças e adolescentes com perda auditiva sensorio-neural. *Einstein*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 262-268, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eins/v15n3/pt_1679-4508-eins-15-03-0262.pdf>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.

- MOCHIZUKI, Luis; AMADIO, Alberto Carlos. As funções do controle postural durante a postura ereta. *Fisioterapia E Pesquisa*, [s. l], v. 10, n. 1, p. 7-15, 2003. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/fpusp/article/view/77416>>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- NETTO, Antonio Valeiro; MACHADO, Liliane dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. 2002. Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações. Tutorial, noções de RV. UFPB. Disponível em: <http://www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/2002_reic.pdf>. Acesso em: 12 de nov. de 2018.
- NUNES, Fátima de Lourdes dos Santos; COSTA, Rosa Maria Esteves Moreira da; MACHADO, Liliane dos Santos; MORAES, Ronei Marcos de. 2011. Realidade Virtual para saúde no Brasil: conceitos, desafios e oportunidades. Disponível em: <<https://goo.gl/F7a7tU>>. Acesso em: 26 de set. de 2018.
- PENDIT, Ulka Chandini; MAHZAN, Muhaimin bin; BASIR, Mohamad Danial Fadzly bin Mohd; MAHADZIR, Mazlan bin; MUSA, Siti Noraishah binti. Virtual reality escape room: The last breakout. 2nd International Conference on Information Technology (INCIT). Anais... . nov. 2017. IEEE.
- SÁ, Cristina dos Santos Cardoso de et al. Equilíbrio e Coordenação Motora em Escolares Praticantes e Não Praticantes de Atividades Física e/ou Lúdica Extra-Escolar. *Rev Neurocienc*, 2014;22(1):29-36. Disponível em: <<http://www.revistaneurociencias.com.br/edicoes/2014/2201/2201original/909original.pdf>>. Acesso em: 26 de set. de 2018.
- SILVA, Andressa da; ALMEIDA, Gustavo JM Almeida; CASSILHAS, Ricardo C.; COHEN, Moisés; PECCIN, Maria Stella; TUFIK, Sergio; MELLO, Marco Túlio de. Equilíbrio, Coordenação e Agilidade de Idosos Submetidos à Prática de Exercícios Físicos Resistidos. *Rev Bras Med Esporte*, v. 14, n. 2, p. 88-93, mar/abr, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v14n2/01.pdf>>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- SOUZA, Gisela Soares de; GONÇALVES, Diliam Faria; PASTRE, Carlos Marcelo. Propriocepção Cervical e Equilíbrio: Uma Revisão. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v.19, n.4, p. 33-40, out./dez., 2006. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/fisio/article/view/18783/18165>>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- SHERMAN, William R.; CRAIG, Allan B.; Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design. Elsevier Science, San Francisco, USA, p. 6-9, 2003. Disponível em: <https://profs.info.uaic.ro/~avitcu/FII%202015-2016/Animatie%203D_Documentatie/VR.pdf>. Acesso em: 27 de nov. de 2018.
- SVEISTRUP, Heidi. Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. [s. l], v. 1, n.10, 2004. BioMed Central. Disponível em: <<https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-1-10>>. Acesso em: 26 set. 2018.
- TEIXEIRA, Cesar Luis. Equilíbrio e Controle Postural. *Brazilian Journal of Biomechanics*, v. 11, n. 20, p. 30-40, 2010. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb/article/viewArticle/151>>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.
- TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. 2006. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Belém - PA. Editora SBC - Sociedade Brasileira de Computação. Livro do pré-simpósio, VIII Symposium on virtual reality. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf>. Acesso em: 26 de set. de 2018.