



# **Desenvolvimento de cenários de realidade virtual para um sistema para a reabilitação dos membros superiores e inferiores**

**Palavras-Chave: Neuroreabilitação, Realidade Virtual, Imersão**

**JOSÉ VITOR COIMBRA TRINDADE [FCM-UNICAMP]**

**Dra. CORINA FERNANDES [IFGW-UNICAMP]**

**Profa. Dra. GABRIELA CASTELLANO [IFGW-UNICAMP]**

**Prof. Dr. ERIC ROHMER (orientador) [FEEC-UNICAMP]**

---

## **INTRODUÇÃO:**

O desenvolvimento de cenários virtuais aplicáveis para reabilitação vem crescendo com os avanços tecnológicos e a possibilidade do uso terapêutico em realidade virtual (RV) por permitir a recriação de uma determinada realidade com o máximo de sensação e exploração para o paciente com distúrbios motores, sensoriais e/ou cognitivos [1-2]. O uso de cenários virtuais usando RV baseada em reabilitação facilita a execução do movimento corporal do paciente com comprometimento motor, atua sobre os sistemas sensoriais, melhora a cognição, o equilíbrio estático e dinâmico, em além disso, possibilidade treinar a marcha do paciente com dificuldade na deambulação [2-4].

A RV com finalidade terapêutica é um tipo de tecnologia de interface, que permite a interação do paciente com uma realidade temporal por meio de um sistema computacional usando cenários virtuais que possam simular atividades funcionais, como ir ao mercado ou a simulação da marcha em lugares conhecidos ou novos [3]. Os cenários virtuais podem ser utilizados em diferentes ferramentas para RV, como vídeo games e usando, por exemplo, sensor de movimento Kinect, um dispositivo capaz de identificar movimentos corporais, faces e comandos de voz [5]. O uso associado da RV com outras terapias pode potencializar a recuperação funcional do paciente e vem sendo utilizada com estimulação elétrica funcional (FES, do inglês functional electrical stimulation) eletroestimulação periférica, terapia robótica, biofeedback, treino de marcha eletromecânica assistida, treino de marcha em esteira, prática mental com imagética motora, treino com plataforma móvel e órteses robóticas [6-7].

A presente pesquisa visa integrar a realidade virtual a outros métodos utilizados em reabilitação e dentro deste contexto, o foco principal deste trabalho foi a elaboração dos cenários

virtuais nos quais o paciente faria sua reabilitação, acompanhado pelo profissional da saúde, enquanto este utiliza as outras tecnologias citadas.

Os ambientes foram projetados através de tecnologias embarcadas na plataforma de desenvolvimento Unity. Essa plataforma permite o uso de um leque de bibliotecas e frameworks disponibilizado pela comunidade. Com isso é possível trazer a qualidade e experiência da comunidade “Game Developer” para o projeto. Há duas principais frentes, uma que busca pela completa imersão do paciente utilizando o Oculus Rift, enquanto a outra busca uma experiência confortável, com pouca interação do paciente no cenário, mas contando com um custo baixo, precisando de apenas um smartphone e o adaptador de VR compatível.

## **METODOLOGIA:**

A metodologia foi dividida em três partes, a primeira sendo o planejamento, a segunda o desenvolvimento e a terceira a validação dos cenários.

### **Planejamento dos cenários VR.**

O planejamento dos cenários de RV foi realizado a partir das ferramentas disponíveis, que eram: os óculos de realidade virtual Oculus Rift (modelo 1), para a visualização da cena; o Leap Motion, software e hardware para detecção das mãos e interação com o cenário; os controles do Oculus Rift, como alternativa de ferramenta para ações no ambiente virtual com feedback físico; o celular, que pode ser utilizado como um equipamento RV também, já que possui tela e sensores para detectar a orientação da cabeça. A limitação encontrada nesta etapa de elaboração foi o processamento do computador, sendo que os cenários precisam ser desenvolvidos visando uma boa taxa de quadros por segundo dentro do limite oferecido.

O planejamento contou com a participação de profissional especialista em neuroreabilitação, pesquisadora associada do Instituto Brasileiro de Neurociência e Neurotecnologia (BRAINN, do inglês Brazilian Institute of Neuroscience and Neurotechnology) para que o desenvolvimento dos cenários estivesse em conformidade com as necessidades para profissionais que atuam na área de neuroreabilitação. Artigos que continham diretrizes sobre abordagem terapêutica do uso de RV em doenças neuropsiquiátricas foram utilizados para embasamento teórico e construção dos cenários virtuais para finalidade de reabilitação [8-13]. Os cenários virtuais foram planejados com a finalidade de aplicações em reabilitação seguindo três aspectos principais:

- **Movimentos** que o paciente deve realizar dentro da fisioterapia;
- Cenário chamativo e adequado à idade do paciente, com **atividades que remetam ao seu dia a dia**.
- Cenário **passível de mudanças**, visando evoluir ao longo dos testes de validação.

### **Desenvolvimento dos cenários VR.**

É importante uma sequência lógica (Figura 1) no desenvolvimento dos cenários, para que não ocorra uma confusão sobre em qual estágio se está. A etapa inicial é escolher qual framework de interação será utilizado, que será responsável por como os objetos reagem à ação do usuário e o que ocorre quando colidem entre si.



Figura 1 - Etapas para desenvolvimento de um cenário funcional - Fonte: Autoria Própria

Foram selecionados dois frameworks, divididos de acordo com sua utilidade. Se a plataforma em questão é o computador atrelado ao Oculus Rift, foi usado o “VR Interaction Framework” da empresa “Bearded Ninja Games”, disponível na própria loja da plataforma Unity. Para os jogos rodados em celulares Android, utilizou-se o “Google Cardboard SDK” da empresa “Google”, a mais otimizada para o sistema operacional.

Na sequência foi feita a uma seleção dos pacotes de textura e objetos a serem utilizados nos diversos cenários criados, seguida de verificação da compatibilidade entre os diferentes recursos, tanto nas suas interações quanto se estes eram suportados na plataforma. O Google Cardboard, por exemplo, apresenta limitações com algumas texturas de alta resolução.

Com o terreno devidamente formado, colocam-se os elementos da natureza do local, onde se introduzem árvores, gramas e flores, distribuídas de forma a simular o ambiente natural. Feita a arborização, realiza-se a introdução da base das construções, como as paredes e o chão. A partir da estrutura externa é possível começar a arquitetura interna. Pronta toda a estrutura fixa, são implementados os objetos de interação, como os itens das compras, um carrinho de supermercado ou uma tesoura de jardinagem.

Tendo o cenário completamente montado, atrela-se aos objetos uma simulação da física deles. É importante buscar o equilíbrio entre qualidade e processamento, pois efeitos que acrescentam pouco ao usuário podem ter grande impacto no hardware.

Por fim, é necessário introduzir o personagem que será controlado pelo usuário, com suas dimensões de altura, o quanto e onde pode se deslocar, quais movimentos pode fazer e com o que ele pode interagir (todos parâmetros definidos no Unity). Quando se utiliza o Oculus Rift, a maior parte das dimensões são medidas pelas câmeras que acompanham o equipamento; já no celular Android a altura tem que ser definida como padrão. Neste ponto a cena já está pronta para iniciar os testes e ser modificada de acordo com o necessário para melhor interação. Sistemas de pontos são adicionados posteriormente aos testes.

## Teste e validação dos cenários VR

Os cenários que utilizam o Google Cardboard como plataforma foram testados em todas as funcionalidades disponíveis, pois todos os equipamentos necessários estavam à disposição para a

verificação, sendo estes apenas o celular Android de versão compatível (4.4.4 ou superior) e os óculos de adaptação da tela do celular para o VR. Os testes foram divididos em dois, um objetivo e outro subjetivo. O objetivo verificou a taxa de quadros do aplicativo através do “Display FPS – Real-time FPS Meter” em um celular intermediário (com processador Snapdragon 660). Já o subjetivo teve como objetivo validar a orientação da cabeça equivalente ao que ocorria no ambiente virtual e se as texturas e outros elementos de feedback eram agradáveis aos olhos, como as plantas, sons e caminhos definidos a serem seguidos.

Quanto aos ambientes desenvolvidos para Oculus Rift, somente foi possível realizar simulações da interação entre objetos e visualização do cenário. Locomoção e imersão no ambiente não foram testados, pois, com o isolamento social, foi retirado o acesso ao equipamento necessário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:



Figura 3 - Mercado Virtual com boneco de exemplo – Fonte: Autoria Própria

Oculus Rift) (Figura 2); uma caminhada em um ambiente difícil e tortuoso, com vegetação alta (desenvolvido para o Google Cardboard); existe também uma caminhada tranquila, com ambiente controlado, flores laterais que não invadem o caminho, sendo que o trajeto é bem definido e evidente (Figura 3).

No mercado virtual o paciente pode interagir com os itens, que buscam simular os diversos itens que são encontrados no mundo real. Para isso é necessário um pacote de texturas que represente cada um desses itens. Nesse e em outros exemplos como as flores dos cenários de caminhada é essencial, para economizar custos de desenvolvimento das texturas, aderir às já utilizadas e disponíveis na plataforma.

Os resultados deste projeto são os cenários em estágio avançado ou prontos e seu desempenho, com os cenários da plataforma “Google Cardboard” alcançando 60 quadros por segundo (limite do equipamento) em um celular intermediário. Entre eles temos três principais e três secundários. Há um mercado virtual (esse ambiente foi desenvolvido para



Figura 2 - Imagem do ambiente de caminhada – Fonte: Autoria Própria

Os próximos passos envolverão testar os cenários desenvolvidos com pacientes, e acoplar estes cenários ao sistema de reabilitação, que incluirá a aplicação de Estimulação Elétrica Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS, do inglês transcranial Direct Current Stimulation) pode oferecer uma vantagem ao paciente em relação ao tratamento normal segundo Calderón [8]. Unir com a VR visa potencializar o benefício de ambas as técnicas. De acordo com Subramanian, há fases no pós acidente vascular cerebral onde seria mais efetivo utilizar esse modelo de tratamento [14].

## CONCLUSÕES:

Os cenários montados até o momento revelam que, mesmo utilizando equipamentos de baixo custo, é possível elaborar e embarcar ambientes de imersão para tratamentos na área da saúde. A associação entre um profissional responsável e o desenvolvedor é essencial para que o resultado seja compatível com a realidade de um tratamento. A continuação direta da presente pesquisa é colocar os cenários para serem testados em usuários saudáveis. Após, colocar em prática com os pacientes para realizar as pesquisas comparativas com métodos tradicionais de fisioterapia. O tratamento tem a possibilidade de ser continuado na casa do paciente em algumas modalidades. Por conta do custo baixo e dos equipamentos necessários serem de uso comum da população (um aparelho celular) que, acoplado ao adaptador, pode oferecer a experiência necessária ao prosseguimento remoto das atividades de fisioterapia.

## BIBLIOGRAFIA

1. CHO, K. H.; LEE, K. J.; SONG, C. H. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. **Tohoku J Exp Med**, v. 228, n. 1, p. 69-74, 2012.
2. YOM, C.; CHO, H. Y.; LEE, B. Effects of virtual reality-based ankle exercise on the dynamic balance, muscle tone, and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, v. 27, n. 3, p. 845-9, Mar 2015.
3. BURDEA, G. C. Virtual rehabilitation--benefits and challenges. **Methods Inf Med**, v. 42, n. 5, p. 519-23, 2003.
4. DAREKAR, A. et al. Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. **J Neuroeng Rehabil**, v. 12, n. 1, p. 46, 2015.
5. CHANG, Y. J.; CHEN, S. F.; HUANG, J. D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: a pilot study for young adults with motor disabilities. **Res Dev Disabil**, v. 32, n. 6, p. 2566-70, Nov-Dec 2011.
6. LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke rehabilitation. **Lancet**, v. 377, n. 9778, p. 1693-702, May 14 2011.
7. LANGHORNE, P.; COUPAR, F.; POLLOCK, A. Motor recovery after stroke: a systematic review. **The Lancet Neurology**, v. 8, n. 8, p. 741-54, Aug 2009.
8. CALDERÓN, María Antonia Fuentes et al. Analysis of the factors related to the effectiveness of transcranial current stimulation in upper limb motor function recovery after stroke: a systematic review. **Journal of medical systems**, v. 43, n. 3, p. 69, 2019.
9. CASSANI, Raymundo et al. Virtual reality and non-invasive brain stimulation for rehabilitation applications: a systematic review. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 17, n. 1, p. 1-16, 2020.
10. DE PAULA PIASSAROLI, Cláudia Araújo et al. Modelos de reabilitação fisioterápica em pacientes adultos com sequelas de AVC isquêmico. **Revista Neurociências**, v. 20, n. 1, p. 128-137, 2012.
11. LEFAUCHEUR, Jean-Pascal et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 1, p. 56-92, 2017.
12. PARK, Mi Jin et al. A literature overview of virtual reality (VR) in treatment of psychiatric disorders: recent advances and limitations. **Frontiers in psychiatry**, v. 10, p. 505, 2019.
14. SUBRAMANIAN, Sandeep K.; PRASANNA, Shreya S. Virtual Reality and noninvasive brain stimulation in stroke: how effective is their combination for upper limb motor improvement? - a meta-analysis. **PM&R**, v. 10, n. 11, p. 1261-1270, 2018.