

## PROCEDIMENTOS PARA MONTAGEM E CONDUÇÃO DA INTERVENÇÃO COM JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL ESTENDIDA NA REABILITAÇÃO MOTORA DE PACIENTES APÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

## PROCEDURES FOR SETTING UP AND CONDUCTING AN EXTENDED VIRTUAL REALITY GAME-BASED INTERVENTION FOR MOTOR REHABILITATION IN POST-STROKE PATIENTS

Maria Eduarda Tendo (ORCID: 0009-0001-3874-8298)<sup>1</sup>  
Daiana Amaral Medeiros da Silva (ORCID: 0009-0001-5059-1051)<sup>1</sup>  
Tércio Apolinário-Souza (ORCID: 0000-0002-2136-0238)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Educação Física, Fisioterapia e Dança, GAIM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### Autora correspondente:

Nome: Daiana Amaral Medeiros da Silva  
E-mail: daianaamaralfisio@gmail.com

### Fonte de financiamento:

Não houve financiamento ou suporte financeiro.

### Critério de Autoria:

Todos os autores atendem integralmente aos critérios de autoria estabelecidos pelo International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), incluindo: a) participação substancial na concepção, documentação ou desenvolvimento dos procedimentos; b) revisão crítica do conteúdo intelectual; c) aprovação da versão final do manuscrito; e d) responsabilidade pública pela integridade e precisão do trabalho.

### Informações sobre o trabalho:

Este manuscrito integra uma iniciativa do Grupo de Pesquisa GAIM, que desenvolve estudos voltados à investigação de aspectos motores e funcionais em pessoas pós-AVC.

## RESUMO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma das principais causas de morte e incapacidade no mundo, gerando alto impacto na função motora, especialmente nos membros superiores. Apesar dos avanços na reabilitação, muitos pacientes não têm acesso a tratamento adequado. Nesse contexto, a Realidade Estendida (Extended Reality – XR) surge como uma alternativa promissora, ao combinar elementos reais e virtuais para criar experiências imersivas que aumentam o engajamento e favorecem a recuperação motora. Este artigo apresenta procedimentos para montagem e condução de intervenções com jogos de realidade virtual voltados à reabilitação do membro superior após o AVC, com enfoque em movimentos de alcance e preensão.

**Palavras-chave:** Realidade virtual; Reabilitação do acidente vascular cerebral; Membro superior.

## ABSTRACT

Stroke is one of the leading causes of death and disability worldwide, producing a substantial impact on motor function, particularly in the upper limbs. Despite advances in rehabilitation, many patients still lack adequate access to treatment. In this context, Extended Reality (XR) emerges as a promising alternative by integrating real and virtual elements to create immersive experiences that enhance engagement and support motor recovery. This article presents procedures for setting up and conducting virtual reality game-based interventions designed for upper-limb rehabilitation after stroke, with an emphasis on reach and grasp movements.

**Keywords:** Virtual reality; Stroke rehabilitation; Upper limb.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC), caracterizado por uma interrupção súbita do fluxo sanguíneo para o cérebro, que resulta em lesão ao sistema nervoso central<sup>1</sup>, é a segunda principal causa de morte e incapacidade no mundo<sup>2</sup>. Estima-se que, em 2016, o Brasil registrou quase 260 mil casos de AVC, com aproximadamente 107 mil mortes e mais de 2,2 milhões de anos de vida ajustados perdidos devido à incapacidade associada<sup>2</sup>.

Globalmente, o AVC é a doença neurológica mais prevalente que requer reabilitação, afetando cerca de 86 milhões de indivíduos incapacitados. Embora mais de dois terços dos pacientes pós-AVC recebam serviços de reabilitação após hospitalização, dados indicam que, apesar do desenvolvimento de centros especializados em AVC e do apoio de sociedades nacionais no Brasil para aumentar a conscientização sobre os sintomas, apenas uma minoria dos pacientes recebe tratamento de reabilitação adequado<sup>2</sup>. Como consequência, muitos sobreviventes de AVC apresentam déficits funcionais residuais<sup>2</sup>, com impacto significativo nas funções motoras, especialmente na função motora do membro superior<sup>1,3</sup>. Assim, torna-se importante o desenvolvimento de programas de intervenção que auxiliem na reabilitação da função motora do membro superior.

Uma alternativa promissora que tem ganhado destaque é a intervenção utilizando realidade virtual ou aumentada, ou ainda Realidade Estendida (Extended Reality – XR)<sup>4</sup>, termo mais amplo que engloba os anteriores. A XR combina elementos reais com ambientes virtuais, que podem ou não ser imersivos, proporcionando uma experiência de treinamento

mais envolvente e estimulante<sup>5</sup>. Por meio de dispositivos de XR, os praticantes podem ser transportados para cenários virtuais dinâmicos e desafiadores<sup>6</sup>, nos quais realizam ações motoras de forma interativa. A XR oferece uma variedade de benefícios que podem ajudar a superar as barreiras associadas à reabilitação tradicional. A natureza imersiva e envolvente da XR torna o treinamento mais divertido e interessante, aumentando o engajamento dos praticantes<sup>7</sup>.

Diante disso, o presente relato de experiência tem como objetivo descrever, de forma detalhada, os procedimentos para montagem, calibração e condução de uma intervenção composta por jogos de realidade virtual desenvolvidos para reabilitação do membro superior após AVC. Os jogos foram elaborados para favorecer o movimento de alcance e de preensão/apontar, por meio de uma progressão estruturada: 1) cinco jogos voltados ao controle manual (abrir e fechar a mão); e 2) quatro jogos destinados ao treino de movimentos amplos de alcance e manipulação. Ao final, espera-se oferecer um protocolo replicável, acessível e adaptável a distintas realidades clínicas e de pesquisa.

## DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Este relato descreve os procedimentos para montagem e condução de intervenções com jogos de realidade virtual voltados à reabilitação do membro superior após AVC. A intervenção inclui montagem do ambiente, posicionamento do participante, calibração inicial e execução de nove jogos desenvolvidos para treinar controle manual, ação de alcance e preensão/apontar. Para tanto, foi organizado um passo a passo:

## Vídeo resumo

O vídeo a seguir resume a implementação de todas as tarefas que envolvem a intervenção com os jogos de realidade virtual: <https://youtu.be/pxcCrhigGW4>.

## Instalação dos programas

### Passo 1 – Instalação do Python

Sugere-se instalar a distribuição Anaconda (<https://www.anaconda.com/download>), pois contém uma série de pacotes necessários para o funcionamento dos jogos.

### Passo 2 – Instalação de pacotes. Instale os pacotes

- a) `opencv-python` (<https://pypi.org/project/opencv-python/>);
- b) `mediapipe` (<https://pypi.org/project/mediapipe/>).

### Passo 3 – Download da pasta

Link: [https://github.com/apolinario-souza/VI\\_Stroke](https://github.com/apolinario-souza/VI_Stroke). Dentro de cada pasta dos jogos, utilize o “`executavel.bat`” para iniciá-los.

## Visão geral sobre os tutoriais

### Passo 1 – Montagem do ambiente

Para a implementação da intervenção proposta, é necessário montar adequadamente o ambiente. Este deve conter um computador, uma câmera, uma mesa e uma cadeira, dispostos de maneira funcional e ergonomicamente favorável à execução das tarefas. O computador deve ser posicionado sobre a mesa, centralizado em relação ao paciente, enquanto a câmera deve ser instalada no lado contralateral ao membro superior acometido, com o objetivo de capturar, com máxima clareza e amplitude, os movimentos realizados durante as atividades propostas.

### Passo 2 – Posicionamento do participante

Após a preparação do ambiente, o paciente deve ser posicionado sentado, à frente do monitor do computador. O membro superior acometido deve repousar sobre a superfície da mesa, enquanto o membro contralateral permanece abaixo da mesa, fora do campo de visão da câmera, minimizando possíveis interferências visuais e motoras no reconhecimento dos movimentos. O avaliador deve, então, iniciar o software de intervenção motora, certificando-se de que a câmera esteja devidamente posicionada e que a mão acometida seja corretamente identificada pelo sistema.

### Passo 3 – Calibração inicial

Nesta etapa, solicita-se que o paciente realize a abertura máxima da mão acometida. Um valor numérico será exibido no canto superior esquerdo da tela, representando a amplitude (em pixels) de abertura da mão, o qual deverá ser registrado e multiplicado por um fator de correção de 0,8 (80% da abertura máxima). Esse procedimento visa estabelecer um parâmetro de referência ajustado à capacidade funcional do paciente. Posteriormente, o paciente deve fechar a mão o máximo possível, e o valor correspondente será multiplicado por 1,2, sendo também registrado (20% da abertura mínima). Esses dois valores calibrados são fundamentais para o ajuste personalizado dos jogos, servindo como limites de detecção para os movimentos de abertura e fechamento durante a intervenção. Destaca-se que a calibração descrita deve ser realizada antes de cada sessão, uma vez que variações nas condições ambientais, como iluminação, posicionamento da câmera, da mesa e da cadeira, podem comprometer a acurácia do reconhecimento dos movimentos.

#### **Passo 4 – Configuração geral**

O avaliador deve acessar o módulo de configuração individual de cada jogo e inserir os dados correspondentes ao paciente, incluindo seu identificador único (ID) e os valores calibrados de amplitude de abertura e fechamento da mão. Além disso, o índice de dificuldade à sessão, sendo “0” correspondente ao modo fácil (velocidade constante dos elementos do jogo) e “1” ao modo difícil (velocidade variável aleatória) e duração do jogo. Tais configurações devem ser devidamente salvas antes do início das atividades. Os resultados do jogo ficarão salvos na pasta “resultados”.

#### **Jogos Digitais – Etapa de Controle Manual**

##### **Jogo 1 – Captura de Moscas**

Nesta tarefa, o paciente utiliza movimentos de abertura e fechamento da mão acometida para controlar um personagem virtual (um sapo) cujo objetivo é capturar moscas que aparecem na tela. A ação de fechamento da mão no momento adequado (quando a mosca está próxima ao sapo) resulta na captura do inseto.

##### **Jogo 2 – Balões**

Este jogo consiste em estourar balões que se deslocam horizontalmente na tela. A velocidade dos balões é definida de acordo com o índice de dificuldade atribuído. Para estourá-los, o paciente deve realizar movimentos de abertura e fechamento da mão acometida, lançando uma pedra virtual em direção ao alvo.

##### **Jogo 3 – Cesta de Frutas**

Neste jogo, o paciente controla uma cesta virtual, utilizando os movimentos de abertura e fechamento da mão acometida, o que permite deslocar a cesta lateralmente. Frutas caem do topo da tela em velocidades que variam conforme o nível de dificuldade. O objetivo é capturar o maior número possível de frutas. A pontuação e a acurácia são dadas pela proporção entre as frutas capturadas e as frutas totais que são exibidas em tempo real, promovendo a autorregulação do desempenho pelo paciente.

##### **Jogo 4 – Zumbis**

Este jogo apresenta zumbis que se movem lateralmente na tela. A arma virtual controlada pelo paciente dispara projéteis mediante o movimento de abertura e fechamento da mão. A pontuação é contabilizada a cada zumbi eliminado, e a acurácia, definida como a taxa de sucesso dos disparos em relação ao número total de tentativas, é apresentada no canto superior direito da tela. A atividade tem duração de 6 minutos.

##### **Jogo 5 – Menino com Cesta**

Semelhante ao jogo da cesta de frutas, este jogo apresenta um personagem (um menino) que segura uma cesta. Frutas caem da parte superior da tela, e o paciente deve controlar os movimentos do menino por meio da abertura e do fechamento da mão, para capturar o maior número possível de frutas. A pontuação e a acurácia são exibidos em tempo real, permitindo o monitoramento do desempenho.

### **Jogos Digitais – Etapa com Movimento de alcançar e apreensão/apontar**

Para a execução dos últimos quatro jogos da intervenção, é necessária uma alteração na disposição dos equipamentos. A câmera deve ser posicionada atrás do computador, ampliando o ângulo de visão e permitindo a captação de movimentos mais amplos do membro superior. Nessa etapa, o paciente executa os movimentos sobre a superfície da mesa de forma livre, incorporando movimentos articulares do ombro e o movimento de pinça, que consiste na apreensão de objetos entre o polegar e outro(s) dedo(s), promovendo maior envolvimento funcional da mão.

A única configuração necessária para esta etapa é a inserção do ID do paciente, mantendo a consistência do rastreamento ao longo da intervenção. Deve também encontrar a mão do paciente com a câmera para verificar se está tudo corretamente configurado.

#### **Jogo 6 – Nave e Base**

O paciente deve mover uma nave até uma base, utilizando o braço e a mão para realizar o deslocamento virtual. Após alcançar a base, o paciente aguarda o surgimento de um alvo vermelho e deve então deslocar a nave até esse novo ponto, retornando à base posteriormente. O ciclo se repete, promovendo movimentos amplos e coordenados.

#### **Jogo 7 – Mão Virtual e Frutas**

A imagem da mão do paciente é representada na tela, e o objetivo é capturar o maior número possível de frutas enquanto evita o contato com bombas virtuais. Os dados exibidos incluem a quantidade de frutas capturadas, a quantidade de bombas atingidas e a acurácia, que representa a proporção de frutas capturadas em relação ao total de objetos manipulados (frutas e bombas).

#### **Jogo 8 – Foguete e Asteroides**

Utilizando o movimento de pinça, o paciente ativa um foguete que dispara projéteis contra asteroides que surgem na tela. A cada acerto, um ponto é adicionado à pontuação total; caso o asteroide atinja o foguete, um ponto é subtraído. Esta tarefa estimula a motricidade fina.

#### **Jogo 9 – Moeda e Cofrinho**

Neste jogo, o paciente deve utilizar o movimento de pinça e o deslocamento do ombro para pegar uma moeda e colocá-la dentro de um cofrinho virtual. O cofrinho pode ou não estar em movimento durante a tarefa, exigindo maior controle motor e planejamento. A pontuação é exibida no canto superior direito da tela.

## Resultados e Impactos

**A organização dos procedimentos para intervenções com jogos de realidade virtual tem como objetivo** contribuir para a reabilitação do membro superior. A disponibilização aberta do código e das instruções permite que pesquisadores, clínicos e desenvolvedores utilizem, adaptem ou ampliem os jogos conforme suas necessidades, promovendo reprodutibilidade e favorecendo o desenvolvimento de novos estudos experimentais e aplicações clínicas. Além disso, a estrutura modular dos jogos facilita a utilização progressiva das tarefas, auxiliando profissionais de reabilitação na seleção de desafios compatíveis com o nível funcional de cada paciente.

## Considerações Finais

Este relato teve como objetivo apresentar os procedimentos necessários para montagem e condução de uma intervenção baseada em jogos de realidade virtual voltados à reabilitação do membro superior após o AVC. A descrição detalhada das etapas, desde a organização do ambiente até a lógica operacional dos jogos, busca oferecer orientações acessíveis a profissionais e pesquisadores que desejam implementar ou adaptar intervenções utilizando realidade estendida. Embora o desenvolvimento dos jogos tenha sido direcionado às necessidades de pessoas com AVC, sua aplicação pode ser estendida a outras condições neurológicas que envolvam déficits motores do membro superior. Outrossim, o trabalho avança na disseminação de ferramentas de baixo custo, reprodutíveis e adaptáveis.

## Referências

1. Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2013;44(7):2064–2089.
2. Minelli C, Luvizutto GJ, Cacho RO, Neves LO, Magalhães SCSA, Pedatella MTA, et al. Brazilian practice guidelines for stroke rehabilitation: Part II. *Arq Neuropsiquiatr*. 2022;80(7):741–758.
3. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(11):CD010820.
4. Assis GA, Brandão AF, Corrêa AGD, Castellano G. Um estudo longitudinal do treinamento motor com o uso de realidade aumentada. *J Health Inform*. 2023;15(Spec):1088.
5. Feitosa JA, Casseb RF, Camargo A, Brandão AF, Li LM, Castellano G. Graph analysis of cortical reorganization after virtual reality-based rehabilitation following stroke: a pilot randomized study. *Front Neurol*. 2023;14:1241639.
6. Karamians R, Proffitt R, Kline D, Gauthier LV. Effectiveness of virtual reality- and gaming-based interventions for upper extremity rehabilitation poststroke: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;101(5):885–896.
7. Slater M, Sanchez-Vives MV. Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Front Robot AI*. 2016;3:74.