

## **Jogo S3rio para reabilita33o de hemipar33ticos por Acidente Vascular Cerebral: impacto na qualidade de vida**

**Serious Game for rehabilitation of Hemiparetic Stroke patients: impact on quality of life**

**Juegos Serios para la rehabilitaci33n de pacientes hemipar33ticos por Accidente Cerebrovascular:  
impacto en la calidad de vida**

Recebido: 29/09/2022 | Revisado: 14/10/2022 | Aceitado: 15/10/2022 | Publicado: 20/10/2022

### **Fernanda Lenkukul**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4066-3541>  
Faculdade Guilherme Guimbala, Brasil  
E-mail: [ferlenkukul@gmail.com](mailto:ferlenkukul@gmail.com)

### **Gabriele Franco**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0735-9449>  
Faculdade Guilherme Guimbala, Brasil  
E-mail: [gabriele.franco@fgg.edu.br](mailto:gabriele.franco@fgg.edu.br)

### **Antonio Vinicius Soares**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6090-1423>  
Universidade de Regi33o de Joinville, Brasil  
Faculdade IELUSC, Brasil  
E-mail: [provincius.soares@gmail.com](mailto:provincius.soares@gmail.com)

### **Fabr33cio Noveletto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0310-4262>  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil  
E-mail: [bitbasico@gmail.com](mailto:bitbasico@gmail.com)

### **Susana Cristina Domenech**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7517-0723>  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil  
E-mail: [scdomenech@gmail.com](mailto:scdomenech@gmail.com)

### **Fernando Lu33s Fischer Eichinger**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4385-4853>  
Universidade da Regi33o de Joinville, Brasil  
Faculdade Guilherme Guimbala, Brasil  
E-mail: [fernando\\_lfe@hotmail.com](mailto:fernando_lfe@hotmail.com)

### **Resumo**

A hemiparesia 33 o quadro cl33nico t33pico do Acidente Vascular Cerebral (AVC), resultando em importantes perdas funcionais que comprometem a qualidade de vida (QV) dos pacientes. Embora a fisioterapia convencional seja ben33fica na reabilita33o, existem algumas limita33es. Jogos S3rios (JS) correspondem 33 uma alternativa vi33vel na reabilita33o pois tornam o processo mais motivador. O objetivo foi verificar os efeitos terap33uticos de um programa de exerc33cios utilizando um JS sobre as fun33es motoras de membros inferiores, mobilidade funcional e QV de hemipar33ticos p33s-AVC. Trata-se de um ensaio cl33nico controlado n33o-randomizado, envolvendo 24 pacientes em fase subaguda ou cr33nica da doen33a. O grupo experimental (GE n=16) recebeu tratamento para o membro inferior par33tico utilizando o JS *mim-Pong*. O grupo controle (GC n=8) recebeu tratamento com cinesioterapia convencional. Foram realizadas 20 sess33es (duas vezes por semana), com dura33o de aproximadamente 30 minutos. Foram avaliados: comprometimento motor (Fugl-Meyer-EFM), n33vel cognitivo (Mini Exame do Estado Mental), mobilidade funcional (Timed Up and Go Test), percep33o de QV (Perfil de Sa33de de Nottingham-PSN) e percep33o de melhora (Escala Likert). Melhoras significativas foram observadas apenas no GE. Destaca-se o grande tamanho do efeito (TDE) obtido nas vari33veis avaliadas com o PSN (TDE=0,5) e com a EFM (TDE=0,6). Existiu ainda superioridade do GE na percep33o de melhora. Conclui-se que o JS *mim-Pong* pode ser considerado como um recurso valioso na reabilita33o de hemipar33ticos p33s-AVC, pois foi capaz de proporcionar melhoras motoras e funcionais, que impactaram diretamente na qualidade de vida dos pacientes, sendo estas melhoras superiores 33s obtidas com a fisioterapia convencional.

**Palavras-chave:** Jogos de v33deo; Terapia por exerc33cio; Qualidade de vida; Hemiparesia; Acidente vascular cerebral.

### **Abstract**

Hemiparesis is the typical clinical picture of stroke, resulting in important functional losses that compromise the quality of life (QOL) of patients. Although conventional physiotherapy is beneficial in rehabilitation, there are some limitations. Serious Games (SG) correspond to a viable alternative in rehabilitation because they make the process

more motivating. The objective was to verify the therapeutic effects of an exercise program using a SG on the motor functions of the lower limbs, functional mobility and QOL of post-stroke hemiparetic patients. This is a non-randomized controlled clinical trial involving 24 patients in the subacute or chronic phase of the disease. The experimental group (EG n=16) received treatment for the paretic lower limb using SG *mim-Pong*. The control group (CG n=8) received treatment with conventional kinesiotherapy. Twenty sessions were held (twice a week), lasting 30 minutes. The following were evaluated: motor impairment (Fugl-Meyer-FMAS), cognitive level (Mini Mental State Examination), functional mobility (Timed Up and Go Test), QOL perception (Nottingham-PSN Health Profile) and perception of improvement (Likert Scale). Significant improvements were observed only in the GE. We highlight the large effect size (ES) obtained in the variables evaluated with the PSN (ES=0.5) and the FMAS (ES=0.6). There was also superiority of the GE in the perception of improvement. It is concluded that the SG *mim-Pong* can be considered as a valuable resource in the rehabilitation of hemiparetic stroke patients, as it provided motor and functional improvements, which directly impacted on the quality of life, and these improvements were superior to those obtained with conventional physiotherapy.

**Keywords:** Video games; Exercise therapy; Quality of life; Hemiparesis; Stroke.

### Resumen

La hemiparesia es el cuadro clínico típico del Accidente Cerebrovascular (ACV), resultando en importantes pérdidas funcionales que comprometen la calidad de vida (CV) de los pacientes. Si bien la fisioterapia convencional es beneficiosa en la rehabilitación, existen algunas limitaciones. Los Juegos Serios (JS) corresponden a una alternativa viable en rehabilitación porque hacen más motivador el proceso. El objetivo era verificar los efectos terapéuticos de un programa de ejercicio utilizando un JS en las funciones motoras de miembros inferiores, movilidad funcional y calidad de vida de pacientes hemiparéticos después del ACV. Este es un ensayo clínico controlado no aleatorizado, con 24 pacientes en fase subaguda o crónica de la enfermedad. El grupo experimental (GE n=16) recibió tratamiento para el miembro inferior parético utilizando el JS *mim-Pong*. El grupo control (GC n=8) recibió tratamiento con kinesioterapia convencional. Fueron 20 sesiones (dos veces por semana), con una duración aproximada de 30 minutos. Se evaluaron: deterioro motor (Fugl-Meyer-EFM), nivel cognitivo (Mini Mental State Examination), movilidad funcional (Timed Up and Go Test), percepción de CV (Nottingham Health Profile-PSN) y percepción de mejoría (Likert escala). Se observaron mejoras significativas solo en el GE. Destaca el tamaño del efecto (TDE) grande obtenido en las variables evaluadas con el PSN (TDE=0,5) y con el EFM (TDE=0,6). También hubo superioridad del GE en la percepción de mejoría. Se concluye que El JS *mim-Pong* puede ser considerado un recurso valioso en la rehabilitación de pacientes hemiparéticos después del ACV, ya que fue capaz de proporcionar mejoras motoras y funcionales, que impactaron directamente en la CV de los pacientes, siendo estas mejoras superiores a las obtenidos con la fisioterapia convencional.

**Palabras clave:** Juegos de video; Terapia por ejercicio; Calidad de vida; Hemiparesia; Accidente Cerebrovascular.

## 1. Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é considerado como a principal causa de deficiência neurológica de longo prazo em adultos, e a segunda maior causa de mortalidade no mundo (Li et al., 2020). Dados epidemiológicos apontam que ocorrem cerca de 17 milhões de casos da doença por ano, em todo o mundo, representando aproximadamente um novo caso a cada 2 segundos (Fekadu et al., 2019).

Além dos altos índices de morbimortalidade, destaca-se que esta doença resulta em gastos que representam cerca de 2-4% das despesas em recursos da saúde (Dewilde et al., 2018). Grande parte dos pacientes que sobrevivem ao AVC permanecem com sequelas que impedem o retorno ao trabalho, transferindo seus gastos de vida para o setor público. Juntamente com a perda de produtividade econômica, surgem danos psicológicos, diminuição da qualidade de vida (QV) e do convívio social (Reis et al., 2018).

O AVC pode resultar em diversos tipos de comprometimentos, entre eles: alterações da função sensório motora e da coordenação dos movimentos, distúrbios do tônus muscular, ajustes posturais anormais, além de déficits cognitivos e emocionais (Noveletto et al., 2020; Medeiros et al., 2019). Porém, destaca-se que a consequência clínica mais evidente e amplamente reconhecida pós-AVC é o comprometimento motor (Sanchez Bezanilla et al., 2020). Há evidência de que aproximadamente 60 a 80% dos sobreviventes de um AVC apresentam deficiências motoras nos membros (Gandhi et al., 2020).

A hemiparesia trata-se da perda parcial de força muscular (FM) no hemicorpo contralateral ao hemisfério afetado, sendo considerada como o quadro clínico típico da doença (Eichinger et al., 2020), afetando mais de 80% dos pacientes (Najafi et al., 2018). A redução da FM implica em importantes prejuízos funcionais, pois compromete a realização das atividades de vida diárias (AVDs), gerando maior dependência e, conseqüentemente causando restrições na participação (Bunketorp Käll et al., 2020).

Uma importante variável relacionada a participação, é a QV, definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como “a percepção do indivíduo da sua posição na vida no contexto de sistemas de cultura e de valores em que vivem, e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações” (Amadeu & Justi, 2017). Neste sentido, é evidente que as sequelas decorrentes de um AVC interferem nesta variável, pois causam perdas funcionais que influenciam diretamente no bem-estar físico, emocional, econômico e social do indivíduo (Domínguez Téllez et al., 2020; Neves & Guimarães, 2015). É fundamental a avaliação da QV para uma melhor percepção do impacto das sequelas pós-AVC na vida do paciente acometido (Moreira et al., 2015). Porém, se faz necessária ainda a busca por estratégias de reabilitação mais atrativas e motivacionais, que potencializam os impactos sobre essa importante variável.

Recuperar a condição motora do indivíduo acometido pelo AVC é um dos principais objetivos da reabilitação. As técnicas convencionais da fisioterapia apresentam resultados positivos ao longo do tempo, mas em contrapartida, tais estratégias são limitadas pois frequentemente levam o paciente ao tédio e monotonia durante o exercício (Eichinger et al., 2020). Assim, nos últimos anos têm aumentado o uso de tecnologias para reabilitação, sendo que neste cenário destacam-se os chamados Jogos Sérios (JS) que são jogos desenvolvidos com uma finalidade específica (Mubin et al., 2020) que permitem a customização, permitindo adaptações conforme as necessidades apresentadas pelo paciente, de acordo com suas limitações funcionais (Noveletto et al., 2020).

Integrar ambientes de realidade virtual (RV) e JS se torna uma alternativa positiva, uma vez que este tipo de tecnologia propicia ao indivíduo experiências ativas reduzindo a monotonia dos movimentos repetidos, além de fornecer feedback de desempenho, gerando maior motivação (Mubin et al., 2020). A utilização deste tipo de recurso, com cenários interativos, potencializa a humanização do tratamento e a experiência do paciente durante a execução dos exercícios (Baluz et al., 2020).

Atualmente, ainda existem poucos estudos explorando os impactos de programas de reabilitação baseados em JS sobre variáveis qualitativas como a QV e a percepção de melhora de pacientes pós-AVC. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto de um programa de exercícios utilizando um JS sobre a QV de pacientes hemiparéticos por AVC. Além disso, buscou-se a realização de um comparativo com os efeitos obtidos por meio da reabilitação convencional.

## 2. Metodologia

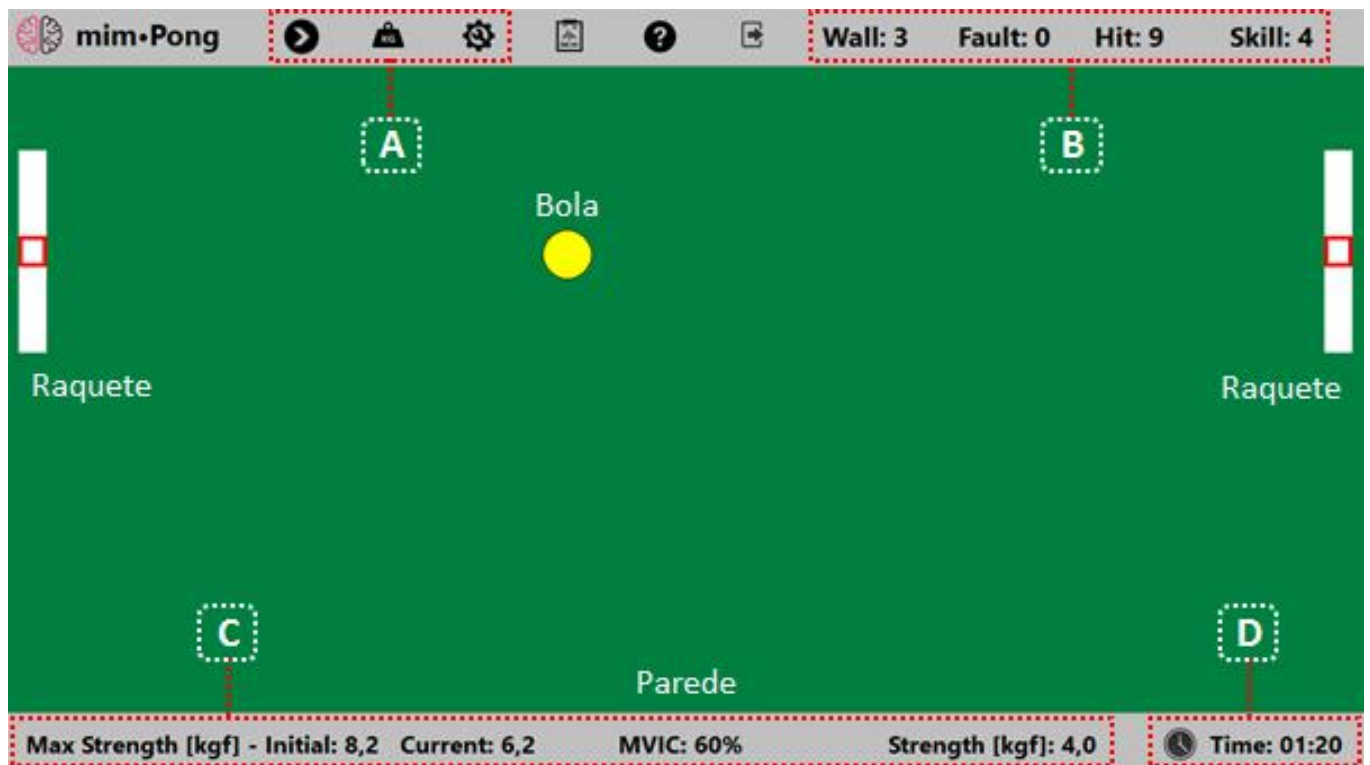
Trata-se de um Ensaio Clínico Controlado Não-Randomizado, envolvendo 24 pacientes hemiparéticos por AVC. O estudo foi realizado no Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação (NUPEN), anexo ao Ambulatório de Neurologia da Associação Catarinense de Ensino / Faculdade Guilherme Guimbala (ACE/FGG), Joinville, SC, Brasil. Os critérios de inclusão foram: pacientes hemiparéticos por AVC, estáveis clinicamente e na fase subaguda ou crônica da doença, capazes de deambular de maneira independente ou com dispositivo de auxílio. Como critérios de exclusão foram adotados: pacientes com comprometimento visual e/ou auditivo severo, pacientes não cooperativos, pacientes com alteração cognitiva indicada pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da UDESC (CAAE 56995816.6.0000.0118), e pelo Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (RBR-2MF595).

Os instrumentos utilizados foram escolhidos de acordo com os domínios da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), criada pela OMS em 2004.

Domínio Função / Estrutura Corporal (CIF)

- Balança digital antropométrica e estadiômetro: para aferição de massa corporal e estatura, respectivamente;
- Escala de Avaliação de Fugl-Meyer (EFM): para mensuração do nível de comprometimento motor dos pacientes no período pré e pós-intervenção (Eichinger et al., 2020). Destaca-se que no presente estudo foi utilizada apenas a seção destinada à avaliação motora do membro inferior, que inclui a análise da atividade reflexa, ação muscular sinérgica em flexão e extensão e os movimentos com e sem sinergia.
- Escala de Ashworth Modificada (EAM): para avaliação da espasticidade. Salienta-se que foi avaliado apenas o grupo muscular quadríceps femoral (QF). Classificação varia de 0 a 5, onde 0 é considerado normal, e 5 quando há um expressivo aumento do tônus que impossibilita o movimento, mantendo o segmento corporal rígido em flexão ou extensão;
- Mini Exame do Estado Mental (MEEM): para avaliar o nível cognitivo dos pacientes. Destaca-se que este instrumento foi utilizado apenas para triagem dos pacientes, sendo adotados os pontos de corte relacionados à escolaridade, propostos por Bertolucci et al. (1994);
- Jogo Sérió *mim-Pong*: para avaliação e treinamento de FM dos pacientes. Este jogo atua por meio de um sistema baseado em célula de carga de compressão (capacidade de 589 N). Foram avaliados dois grupos musculares do membro inferior: QF e isquiotibiais (IT). Para funcionamento foram desenvolvidos *software* e *hardware* específicos, sendo que o *hardware* utilizava a dinamometria para obtenção de sinal. Para avaliação da FM, a célula de carga foi acoplada a um dispositivo que permite o ajuste e posicionamento da região que se deseja trabalhar, atuando como um dinamômetro *handheld* para mensuração de força em qualquer grupo muscular (Eichinger et al., 2020). O *software* possibilita a configuração de parâmetros relacionados ao *hardware*, calibração para inicialização da aquisição, visualização em tempo real do sinal capturado e gravação dos dados de aquisição. Este JS possui aspectos visuais simples, para que o paciente mantenha o foco apenas na tarefa de rebater a bola. As raquetes se deslocam simultaneamente nas paredes verticais em função do sinal proveniente da célula de carga utilizada, que pode ser calibrada individualmente através da verificação da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada grupo muscular em cada sessão. O jogo possibilita ainda ajustar o tamanho da raquete, o tamanho e a velocidade da bola, e o tempo de duração da partida. As paredes horizontais rebatem a bola. O escore para avaliar o desempenho do paciente no treinamento considera os aspectos relacionados à jogabilidade. A Figura 1 apresenta a tela principal do JS utilizado.

Figura 1 – Tela principal do JS *mim-Pong*.



- A) Controle e configurações do jogo; B) Componentes da pontuação do jogo; C) Dados de força muscular; D) Tempo restante de treinamento. Fonte: Autores (2022).

#### Domínio Atividades (CIF)

- *Timed Up and Go Test (TUGT)*: foi utilizado para avaliar a mobilidade funcional dos pacientes no período pré e pós-intervenção. O TUGT mensura o tempo que um indivíduo leva para levantar-se de uma cadeira, caminhar por 3 metros, virar-se (giro de 180°), caminhar até a cadeira e sentar-se novamente (Chan et al., 2017). Destaca-se que os participantes eram orientados a realizar a tarefa o mais rápido possível.

#### Domínio Participação (CIF)

- Perfil de Saúde de Nottingham (PSN): instrumento que avaliou a percepção de QV, foi aplicado em forma de entrevista. O PSN é composto por 38 itens, que são divididos em seis categorias que englobam habilidades físicas, sono, interação social, reações emocionais, dor e nível de energia (Soares et al., 2020). O escore total é de 38, sendo que quanto maior o escore, pior é a percepção de qualidade de vida. Os pacientes foram classificados com: baixa (26-38), moderada (13-25) ou alta (0-12) percepção da qualidade de vida.
- Escala Likert de Percepção de Melhora (ELPM): para avaliar a percepção de melhora dos pacientes após o término do programa de reabilitação de ambos os grupos, sendo aplicada no primeiro dia de reavaliação. Esta escala é composta por uma série de afirmações dentre as quais os participantes devem escolher uma resposta. Foi realizada a seguinte pergunta: “Como você se sente em relação ao seu estado geral após o tratamento?”, após, o indivíduo foi orientado a assinalar uma das 7 opções de respostas: 1) Muito melhor; 2) Melhor, significativo; 3) Um pouco melhor, porém não significativo; 4) Nenhuma mudança; 5) Um pouco pior, porém não significativo; 6) Significativamente pior; ou 7) Muito pior.

Os participantes do estudo foram divididos em dois grupos de forma não aleatória: Grupo Experimental (GE – 16 pacientes) e Grupo Controle (GC – 8 pacientes). Foram realizadas três avaliações antes de iniciar o programa de reabilitação (pré-intervenção) e três avaliações ao término do programa (pós-intervenção).

Todas as avaliações foram em dias diferentes, com intervalo mínimo de 24 horas, e realizadas pelos mesmos examinadores. Além disso, todos os pacientes foram orientados a não alterar suas rotinas durante o experimento.

Para a realização da avaliação e treinamento com o JS *mim-Pong*, foi preparada uma cadeira de Bonnet adaptada com uma célula de carga, que ficou acoplada à cadeira, o que permitiu avaliar bilateralmente a força dos grupos musculares citados anteriormente. O posicionamento do paciente e do equipamento foi diferente para cada um dos grupos musculares. Para QF o paciente ficava sentado na cadeira, com o tronco apoiado no encosto, com as pernas pendentes, quadril em 110° de flexão em relação ao tronco e joelhos fletidos a 90° (Cooper et al., 2011); para este grupo muscular o equipamento (sensor com a célula de carga) foi posicionado no nível do terço distal da perna (logo acima da região maleolar), na face anterior. Já para IT, o paciente ficava sentado na cadeira, com o tronco apoiado no encosto, quadril em 110° de flexão em relação ao tronco e joelhos fletidos a 60° (Correa et al., 2011); para este grupo muscular o equipamento também foi posicionado no nível do terço distal da perna, porém, na face posterior.

Para a avaliação, foram realizadas 3 medidas bilateralmente de cada grupo muscular em CIVM, durante um período de 5 segundos (Souza et al., 2014), com intervalo de 1 minuto entre cada medida. Destaca-se que as medidas foram realizadas em dias alternados com intervalo mínimo de 24 horas, como referência, foi registrada a média aritmética resultante das três avaliações. O paciente foi instruído a realizar o máximo de força possível a partir de um sinal verde projetado na tela, o qual indicava o início do teste, sendo que essa força deveria ser mantida até o desaparecimento da cor verde, indicando o final do teste. Após cada mensuração da FM, o paciente teve um período de 2 minutos para descanso, para então realizar o protocolo de avaliação do JS *mim-Pong* que gera um score, ou seja, uma pontuação referente ao desempenho do indivíduo no teste.

Foi proposto um protocolo para avaliação do controle motor dos pacientes que consistia de uma tarefa em que o objetivo é rebater uma bola em 5 alturas diferentes (níveis 1 a 5). Essas alturas estão associadas com diferentes percentuais CIVM obtida na calibração. No nível 1, o sujeito deve produzir uma força de 20% da CIVM para rebater a bola no centro da raquete. Respectivamente, os outros níveis (2 a 5) representam os percentuais de 40, 60, 80 e 100% da CIVM. A justificativa para estes diferentes níveis de força está no fato da maioria das tarefas realizadas no cotidiano não exigirem o uso da força máxima para desempenho delas (Cunha et al., 2016).

Durante a tarefa do modo avaliação, a bola se deslocava em linha reta, da lateral esquerda da tela em direção a lateral direita, onde se encontra a raquete, nos diferentes níveis, que representam os percentuais da CIVM. Uma bola sai a cada 10 segundos, iniciando pelo menor nível de força (20% da CIVM) até o nível máximo (100% da CIVM). O score máximo no modo de avaliação é igual a 100 e serve para mensurar o controle motor do paciente.

Após a fase de avaliação os pacientes de ambos os grupos foram submetidos ao mesmo período de tratamento, que consistiu em 10 semanas consecutivas, com frequência de duas sessões semanais, totalizando 20 sessões.

O GE (n=16) recebeu um programa de reabilitação para o membro inferior parético baseado em exercícios utilizando o JS *mim-Pong*. Este programa de exercícios foi dividido em duas fases com 10 sessões: Fase 1 (utilizando 60% da CIVM) e Fase 2 (utilizando 80% da CIVM) (Billinger et al., 2014). Para todos os pacientes foi padronizada a mesma configuração do jogo (tamanho das raquetes, tamanho da bola e velocidade da bola). Em cada sessão, primeiramente foi realizada mobilização passiva do hemicorpo parético, durante um período de 10 minutos, após foi iniciado o treinamento. Sempre foi realizada uma calibração do JS por meio da mensuração da CIVM e, após a obtenção deste dado, era iniciado o exercício com o paciente. Foram realizadas 3 séries do jogo, com duração de 2 minutos cada e intervalo de 1 minuto entre elas para descanso. Iniciava-se sempre com o fortalecimento de QF, e após, eram realizados os exercícios para IT (Figura 2). Já o GC (n=8) recebeu um



programa de reabilitação baseado em cinesioterapia convencional (mobilização passiva, alongamento e exercícios ativos livres e resistidos). Para ambos os grupos, as sessões realizadas tinham duração de aproximadamente 30 minutos.

**Figura 2** – Paciente durante uma sessão com o JS *mim-Pong*, realizando treinamento para o grupo muscular isquiotibiais no membro inferior parético (direito).



Fonte: Autores (2022).

### **Análise dos Dados**

Os dados foram analisados por meio do *software* SPSS – IBM, versão 20.0. Foi utilizada estatística descritiva (média, mediana e desvio padrão) e distribuição de frequências com valores absolutos e percentuais, Teste de Shapiro-Wilk (verificação da normalidade dos dados), ANOVA *One Way* Relacionada e Teste de Friedman, Teste *t* de Student Pareado e Teste de Wilcoxon para soma de postos (comparação das variáveis no período pré e pós-intervenção, para dados paramétricos e não paramétricos, respectivamente). O tamanho de efeito (TDE) foi calculado para complementar a análise dos efeitos clínicos das intervenções sobre cada variável. Para classificação do TDE dos dados paramétricos, foram considerados os seguintes valores:  $\geq 0.8$ , 0.8-0.2 e  $< 0.2$  (grande, moderado e pequeno, respectivamente). Para os dados não paramétricos foram considerados:  $\geq 0.5$ , 0.5-0.2 e  $< 0.1$  (grande, moderado e pequeno, respectivamente) (Cohen, 1988). Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os testes.

### **3. Resultados**

Participaram do estudo 24 pacientes hemiparéticos por AVC (12 do sexo masculino e 12 do sexo feminino), com idade média de  $57.8 \pm 10.4$  anos e com tempo médio desde o AVC de  $16.8 \pm 19.6$  meses. Destaca-se que em ambos os grupos foi constatado um predomínio do AVC tipo isquêmico (GE = 80.0% e GC = 62.5%), além de existir uma prevalência do quadro de hemiparesia no dimídio corporal esquerdo. A Tabela 1 apresenta a caracterização sociodemográfica, clínica e antropométrica dos participantes do GE e do GC.

**Tabela 1** – Caracterização sociodemográfica, clínica e antropométrica dos participantes.

Características (n=24)	GE (n=16)		GC (n=8)	
	$\bar{x} \pm s$	f (%)	$\bar{x} \pm s$	f (%)
<b>Sexo</b>				
Feminino	----	8 (50.0)	----	4 (50.0)
Masculino	----	8 (50.0)	----	4 (50.0)
<b>Idade (anos completos)</b>	56.8 $\pm$ 10.8	----	59.8 $\pm$ 9.8	----
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	29.1 $\pm$ 7.8	----	28.3 $\pm$ 5.8	----
<b>Hemiparesia</b>				
Esquerda	----	9 (56.3)	----	4 (50.0)
Direita	----	7 (43.7)	----	4 (50.0)
<b>Tempo de AVC (meses)</b>	19.3 $\pm$ 23.1		13.8 $\pm$ 12.3	
<b>Fase do AVC</b>				
Subaguda	----	5 (31.3)	----	3 (37.5)
Crônica	----	11 (68.7)	----	5 (62.5)
<b>Tipo de AVC</b>				
Isquêmico	----	13 (81.3)	----	5 (62.5)
Hemorragico	----	3 (18.7)	----	3 (37.5)

- IMC: índice de massa corporal; n: amostra total; f: frequência absoluta. Fonte: Dados da pesquisa.

As medidas de comparação das variáveis sociodemográficas, clínicas e antropométricas entre o GE e o GC no período pré-intervenção, revelaram que não existiam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis.

Todos os resultados a seguir estão apresentados de acordo com a CIF.

#### Domínio Função / Estrutura Corporal e Domínio Atividades (CIF)

A Tabela 2 apresenta os resultados dos testes de comparação entre as medidas pré e pós-intervenção, das variáveis EFM, EAM, FM (ambos os grupos musculares) e TUGT. Merece destaque o fato de que apenas o GE alcançou ganhos significativos nestas variáveis.



**Tabela 2** – Resultados referentes às variáveis EFM, EAM, FM e TUGT comparadas no período pré e pós-intervenção.

Pacientes (n=24)	Pré	Pós	p	TDE
<b>Grupo Experimental (n=16)</b>				
EFM <sup>a</sup>	20.5 (25.5-19.0)	24.5 (27.0-23.5)	<0.001	0.6
EAM <sup>a</sup>	1.00 (2.00-0.00)	0.00 (0.50-0.00)	0.006	0.5
FMQF (kgf) <sup>b</sup>	14.8 ± 6.6	21.2 ± 11.6	0.002	0.7
FMIT (kgf) <sup>b</sup>	5.4 ± 3.0	10.2 ± 4.3	0.000	1.3
TUGT (s) <sup>b</sup>	26.7 ± 14.3	21.3 ± 13.1	0.000	0.4
<b>Grupo Controle (n=8)</b>				
EFM <sup>a</sup>	25.0 (27.5-17.5)	25.5 (27.5-20.5)	0.068	0.5
EAM <sup>a</sup>	0.50 (4.00-0.00)	0.00 (1.00-0.00)	0.066	0.5
FMQF (kgf) <sup>b</sup>	14.7 ± 11.9	15.4 ± 12.0	0.185	0.1
FMIT (kgf) <sup>b</sup>	7.1 ± 6.3	8.1 ± 6.0	0.072	0.2
TUGT (s) <sup>b</sup>	33.3 ± 28.4	28.9 ± 22.0	0.247	0.2

- <sup>a</sup>: dados expressos com média e desvio-padrão; <sup>b</sup>: dados expressos com mediana e intervalo interquartil; p-valor calculado com o teste t pareado (dados paramétricos) e teste de soma de postos de Wilcoxon (dados não paramétricos). Nível de significância de 95% (p<0,05); TDE: tamanho do efeito; EFM: escala de avaliação de Fugl-Meyer; FMQF: força muscular do quadríceps femoral; FMIT: força muscular dos isquiotibiais; TUGT: timed up and go test; n: amostra total. Fonte: Dados da pesquisa.

#### Domínio Participação (CIF)

A Tabela 3 apresenta os resultados dos testes de comparação entre as medidas pré e pós-intervenção, da variável percepção de QV (avaliada com o PSN). Merece destaque o fato de que apenas o GE alcançou ganhos significativos nesta variável, embora a análise de TDE tenha apontado resultados semelhantes.

**Tabela 3** – Desempenho dos pacientes nas avaliações realizadas com o PSN, comparando o período pré e pós-intervenção.

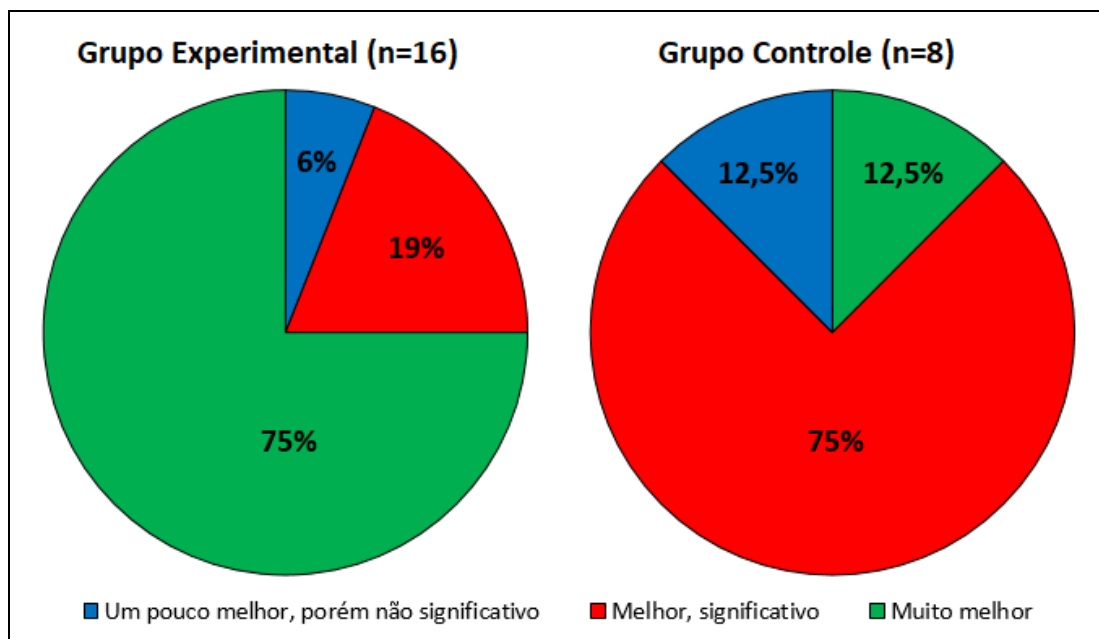
Pacientes (n=24)	Classificação	Pré f (%)	Pós f (%)	p	TDE
<b>Grupo Experimental (16)</b>					
PSN	Baixa percepção	2 (12.5)	0 (0)	0.005	0.5
	Moderada percepção	8 (50.0)	5 (31.2)		
	Alta percepção	6 (37.5)	11 (68.8)		
<b>Grupo Controle (8)</b>					
PSN	Baixa percepção	2 (25.0)	1 (12.5)	0.092	0.4
	Moderada percepção	2 (25.0)	2 (25.0)		
	Alta percepção	4 (50.0)	5 (62.5)		

- Nível de significância de 95% (p<0,05); p-valor calculado com o teste de soma de postos de Wilcoxon (dados não paramétricos); TDE: tamanho de efeito; n: amostra total; f: frequência absoluta. Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação aos resultados obtidos com a aplicação da escala do tipo Likert para avaliação da percepção de melhora dos pacientes, foi constatado que tanto os pacientes do GE quanto os do GC ficaram satisfeitos com os programas de reabilitação aplicados. Contudo, no GE a percepção de melhora foi mais evidente (dos 16 participantes, 12 responderam com a alternativa “Muito melhor”, 3 com a opção “Melhor, significativo” e 1 com a opção “Um pouco melhor, porém não significativo”), quando comparado ao GC (dos 8 participantes, 6 responderam com a alternativa “Melhor, significativo”, 1 com

a opção “Muito melhor” e 1 com a opção “Um pouco melhor, porém não significativo”). Embora seja um dado subjetivo, sugere uma importante percepção de melhora por parte dos pacientes de ambos os grupos, o que é algo relevante. A Figura 3 indica os resultados da avaliação da percepção de melhora dos pacientes de ambos os grupos após o experimento.

**Figura 3** – Gráfico de pizza com os resultados da Escala Likert de Percepção de Melhora (ELPM) no Grupo Experimental e no Grupo Controle.



Fonte: Autores (2022).

#### 4. Discussão

No presente estudo, foi constatado que apenas o GE apresentou melhoras significativas em todas as variáveis avaliadas. Destacam-se os resultados significativos e com grande TDE obtidos nas variáveis FM (domínio função/estrutura corporal) e percepção de QV (domínio participação).

Pesquisadores afirmam que a reabilitação com uma prática repetitiva, de alta intensidade e com um propósito específico favorecem positivamente os indivíduos acometidos por AVC, assim, a RV pode ser destacada como um recurso alternativo no tratamento desses pacientes, trazendo ao ambiente clínico juntamente a essas características mais motivação e entretenimento para os pacientes (Xu et al., 2021; Soares et al., 2014). Neste sentido, um estudo piloto de Xu et al. (2021) resultou significativamente na melhora do equilíbrio, apoio unipodal e na habilidade motora das extremidades inferiores, por meio de JS como método de tratamento em pacientes acometidos por AVC. Certificando os efeitos promissores da intervenção, Miçlaus et al. (2021) afirmam que a execução dos movimentos acompanhados há um feedback visual, proporciona resultados consideráveis com relação ao controle do movimento, aprimorando a percepção do paciente do ambiente, denotando juntamente em seu estudo, desfechos como aumento da FM, amplitude de movimento, funcionalidade das extremidades inferiores e melhora do equilíbrio.

Entre as sequelas decorrentes do AVC, destacam-se os comprometimentos motores por seus impactos sobre a independência funcional (Bunketorp Käll et al., 2020). A EFM é utilizada para avaliar o déficit motor destes pacientes, sendo considerada uma escala de fácil aplicação e baixo custo (Rech et al., 2019). Em nosso estudo, na variável avaliada com a EFM, foram evidenciados resultados significativos apenas no GE. Contudo, a análise de TDE revela resultados semelhantes para ambos os grupos, com pequena superioridade do grupo que recebeu a intervenção com o JS *mim-Pong* (GE=0.6 / GC=0.5).

Corroborando com estes achados, no experimento de Sardi, Schuster e Alvarenga (2012), foi utilizada a RV por meio de um jogo do videogame Nintendo Wii para reabilitação de 6 pacientes hemiparéticos, sendo obtidas melhoras motoras significativas evidenciadas com a EFM. Já no estudo de Ahmad et al. (2019), que contou com a participação de 36 pacientes, foi apontado que a utilização da RV de forma associada com o tratamento convencional é capaz de promover melhoras superiores nas funções motoras avaliadas pela EFM, quando comparado ao treinamento convencional isolado.

A espasticidade é um sintoma frequente que compromete a função e a estrutura corporal, levando a limitações de movimentos que interferem na realização das AVDs, impactando muito sobre a QV (Khiabani et al., 2017; Winstein et al., 2016). A EAM avalia a presença e o grau de espasticidade de diferentes grupos musculares por meio de um movimento rápido e passivo (Soares et al., 2014). Neste estudo, apenas o GE apresentou melhoras significativas na variável espasticidade. Contudo, ambos os grupos apresentaram grande TDE (0.5), o que sugere que os resultados do GC não devem ser subestimados uma vez que a espasticidade é uma condição crônica e que pode ser influenciada por outros fatores. Destaca-se que o JS utilizado não tinha como principal objetivo a redução da espasticidade, mesmo assim, foram obtidos resultados importantes nesta variável. Rodríguez Hernández et al. (2021) compararam o efeito do tratamento convencional isolado com o efeito da associação da RV com o tratamento convencional, sobre a função motora dos membros superiores de pacientes pós-AVC. Foram analisados 43 pacientes e os resultados revelaram melhora significativa da espasticidade em ambos os grupos com superioridade do GE.

Ratificando os resultados, o estudo de Oliveira et al. (2016), utilizando a intervenção por meio de RV para tratamento de 6 pacientes, evidenciou uma diminuição considerável na espasticidade dos membros inferiores, apresentando um grande TDE. Em contrapartida, a pesquisa de Soares et al. (2014), que submeteu 6 pacientes a um programa de exercícios com o JS *Dance Rain Game* (D2R2), não revelou melhoras na variável avaliada com a EAM. A espasticidade é um sintoma comum na fase crônica do AVC, sendo possível tratamento com a fisioterapia (Winstein et al., 2016). Em uma revisão sistemática, Demetrios et al. (2013) afirmam que ainda não são claras as abordagens e modalidades de terapia mais adequadas para o tratamento da espasticidade, sendo necessários estudos com melhores níveis de evidência nesta área. Assim, é possível compreender as divergências encontradas nos resultados disponíveis na literatura.

A hemiparesia é o quadro clínico mais comum no AVC, caracterizada por uma fraqueza muscular que limita o desempenho motor e funcional do indivíduo acometido (Eichinger et al., 2020). Referente a FM, foram avaliados por meio de dinamometria os grupos musculares QF e IT, sendo constatadas melhoras significativas nesta variável apenas no GE, com grande TDE para ambos os grupos musculares (QF=0.7 / IT=1.3).

Em um estudo de Miçlaus et al. (2021) foram avaliados os efeitos da RV associada a terapia do espelho na reabilitação dos membros inferiores de pacientes acometidos por AVC, comparando-os com os obtidos com a reabilitação convencional. Foram analisados 59 pacientes e os resultados indicaram melhora significativa da FM em todos os planos de movimentos, sendo esta superior no GE. O ensaio clínico de Lin et al. (2020) comparou a FM, humor e funcionalidade na alta de pacientes ainda hospitalizados com AVC agudo, o GE utilizou a RV por 4 semanas, sendo 8 horas semanais e o GC recebeu reabilitação precoce convencional. Na alta dos pacientes, os dados revelaram que tanto o GE quanto o GC tiveram um aumento significativo da FM dos membros inferiores, do lado parético e não parético. Assim, é possível concluir que para esta variável, JS possuem aplicabilidade em ambas as fases do AVC (aguda e crônica).

A funcionalidade do indivíduo acometido está relacionada ao que ele consegue realizar, sua ausência limita diretamente a mobilidade e a realização de atividades diárias, resultando em incapacidades (Bitencourt, Santos e Soares, 2020). No domínio atividades, foi avaliada a mobilidade funcional através do TUGT, um teste de equilíbrio funcional de alta confiabilidade (Bunketorp Käll et al., 2020). Nessa variável foram obtidos resultados positivos no GE, que obteve uma melhora com TDE de 0.4 comparando com o GC que obteve um TDE de 0.2. Nossos resultados são consistentes com um

estudo quase experimental de Noveletto et al. (2018), onde seis pacientes hemiparéticos foram submetidos a 20 sessões de um programa de tratamento utilizando o JS *MyBalance* para reabilitação do equilíbrio de hemiparéticos. Para avaliar a mobilidade funcional foi utilizado o teste TUGT sendo os resultados deste muito significativos, transparecendo a eficácia do mesmo para o desempenho do equilíbrio de pacientes acometidos por AVC.

Um ensaio clínico randomizado realizado por Lee et al. (2017), envolvendo 50 pacientes com déficits motores leves a moderados utilizou o TUGT como escala para avaliar a mobilidade funcional. O GE era composto por 26 participantes e utilizou a RV como tratamento, o GC era composto por 24 participantes e utilizou a fisioterapia convencional. Os resultados deste estudo indicaram melhora significativa de 3,03 segundos no TUGT no GE, apoiando a eficácia da intervenção utilizando a RV para melhora da mobilidade funcional e equilíbrio.

As sequelas resultantes do AVC geram grande impacto sobre a funcionalidade dos acometidos, prejudicando a execução das AVDs, conseqüentemente, afetando a sua QV. Para a avaliação da percepção da QV, frequentemente é utilizado o PSN, que consiste em um questionário composto por 38 perguntas subdivididas 6 domínios: dor, comportamento emocional, nível de energia, qualidade do sono, interação social e capacidades físicas (Soares et al., 2014). Os pacientes de ambos os grupos envolvidos no presente experimento apresentaram melhoras nesta variável, contudo, estas só foram significativas no GE. De forma complementar, a análise do TDE revelou que o GE apresentou grande TDE (0.5), enquanto o GC obteve um efeito moderado (0.4) nesta variável.

Um estudo realizado por Soares et al. (2014), utilizando JS *Dance Rain Game D2R2*, apresentou resultados positivos sendo significativos na melhora da percepção de QV avaliada com o PSN. No estudo de Noveletto et al. (2018), utilizando o JS *MyBalance*, também foram encontrados incrementos importantes nesta variável. Além destes estudos, Rodríguez Hernández et al. (2021) realizaram um ensaio clínico randomizado com 43 participantes, sendo avaliada a influência da reabilitação convencional juntamente com a RV na QV pós-AVC. 23 pacientes eram do GE (tratamento convencional associado com RV) e 20 do GC (tratamento convencional). Ao término do experimento, também foram observadas melhoras significativas na QV.

Sabe-se que a ELPM fornece um dado completamente subjetivo, que pode ser influenciado por vários fatores distintos. No entanto, aliando estes dados à relatos dos próprios pacientes, é possível realizar uma análise e interpretação mais precisa dos resultados obtidos após o experimento. Além do fato de a maioria dos pacientes do GE classificarem seu quadro como “Muito melhor” após o experimento, pontuação máxima na escala utilizada, vários relatos de pacientes deste grupo proporcionam uma melhor compreensão acerca desta superioridade.

Para um verdadeiro profissional da área da saúde, pesquisador ou não, os resultados mais importantes de uma intervenção não são necessariamente aqueles mensuráveis de forma objetiva. Fazer aparecer um sorriso no rosto ou simplesmente trazer alguma esperança para a vida de pessoas que muitas vezes já estão desiludidas e desanimadas com seu quadro de saúde, com certeza é algo muito mais valioso do que qualquer melhora física! Portanto, assim como as melhores coisas da vida são aquelas que o dinheiro não pode comprar, as principais melhoras que podem ser evidenciadas em um processo de reabilitação, por vezes, são aquelas que não podem ser mensuradas. Pode-se questionar: o que realmente é uma melhora significativa? A resposta é simples, é aquela que faz a diferença na vida do paciente, independentemente de qualquer outro fator!

Com base nos achados da literatura, nota-se que tanto a reabilitação convencional quanto a utilização de JS são eficientes para a melhora da percepção da QV de pacientes pós-AVC. A utilização destas estratégias de forma combinada é a melhor escolha, pois torna-se uma forma de terapia estimulante e interativa, trazendo mais interesse e evitando o tédio durante a realização (Soares et al., 2014). Assim, a utilização dos JS dentro do processo de reabilitação destes pacientes possui grande valor, visto que além de melhoras motoras, é capaz de impactar sobre variáveis qualitativas como a QV, que são extremamente relevantes, pois transcendem as melhoras clínicas normalmente observadas.

## 5. Considerações Finais

A análise dos efeitos terapêuticos obtidos com o uso do JS *mim-Pong* para reabilitação de hemiparéticos por AVC, indica melhoras significativas em todas as variáveis estudadas, sendo estas superiores às obtidas no GC que recebeu tratamento convencional. Desta forma, JS podem ser vistos como ferramentas valiosas que podem ser utilizadas na reabilitação de pacientes hemiparéticos por AVC.

Um elemento importante que deve ser analisado é o impacto das melhoras obtidas nas variáveis motoras no cotidiano dos pacientes. Os incrementos nestas variáveis repercutem em melhora da funcionalidade, aumentando a independência na realização das AVDs e impactando diretamente na QV, que está diretamente relacionada com o bem-estar físico, social, emocional e espiritual. Assim, percebe-se que melhoras motoras se tornam relevantes a partir do momento que favorecem um aumento da participação do paciente.

Se faz necessária a avaliação da QV e a busca de estratégias que favoreçam a melhora desta variável, especialmente em hemiparéticos por AVC. JS são capazes de atingir este objetivo, pois tornam o processo de reabilitação menos monótono e mais motivador, repercutindo diretamente nessa variável.

Recomenda-se para pesquisas futuras, a realização de estudos que combinem o uso de JS com a cinesioterapia convencional, estudos com maior número de participantes e diferentes populações.

## Referências

- Ahmad, M. A., Singh, D. K. A., Nordin, N. A. M., Nee, K. H. & Ibrahim, N. (2019). Virtual reality games as an adjunct in improving upper limb function and general health among stroke survivors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 5144. <https://doi.org/10.3390/ijerph16245144>
- Amadeu, J. R. & Justi, M. M. (2017). Qualidade de vida de estudantes de graduação e pós-graduação em odontologia. *Archives of Health Investigation*, 6(11), 540-544. <https://doi.org/10.21270/archi.v6i11.2275>
- Baluz, R. A. R. S., Fontenele, J. E. S., Teles, A. S., Nascimento, R. F., Santos, R. P. M., Bastos, V. H. V. et al. (2020). Um Jogo Sério baseado em gestos para a reabilitação motora de membros superiores. *Research, Society and Development*, 9(11), e2569119896. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9896>
- Bertolucci, P. H. F., Brucki, S. M. D., Campacci, S. R. & Juliano, Y. (1994). O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 52(1), 1-7. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1994000100001>
- Billinger, S. A., Arena, R., Bernhardt, J., Eng, J. J., Franklin, B. A., Johnson, C. M. et al. (2014). Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors. *Stroke*, 45(8), 2532-2553. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000022>
- Bitencourt, T. C., Santos, F. M. K. & Soares, A. V. (2020). Relação entre a funcionalidade e a capacidade motora de pacientes pós-AVC na fase aguda. *Revista Neurociências*, 28(1), 1-18. <https://doi.org/10.34024/rnc.2020.v28.10241>
- Bunketorp Käll, L., Pekna, M., Pekny, M., Samuelsson, H., Blomstrand, C. & Nilsson, M. (2020). Motor function in the late phase after stroke: stroke survivors perspective. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 44(5), 362-369. <https://doi.org/10.5535/arm.20060>
- Chan, P. P., Si Tou, J. I., Tse, M. M. & Ng, S. S. (2017). Reliability and validity of the timed up and go test with a motor task in people with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(11), 2213-2220. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.03.008>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power analysis for the behavioral sciences*. 2 ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 474 p.
- Cooper, A., Alghamdi, G. A., Alghamdi, M. A., Altowaikri, A. & Richardson, R. (2011). The relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients. *Physiotherapy Research International*, 17(3), 150-156. <https://doi.org/10.1002/pri.528>
- Correa, C. S., Silva, B. G. C., Alberton, C. L., Wilhelm, E. N., Moraes, A. C., Lima, C. S. et al. (2011). Analysis of maximal isometric force and EMG signal in lower limb exercise. *Rev Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(6), 429-435. <https://doi.org/10.5+007/1980-0037.2011v13n6p429>
- Cunha, B. P., Freita, S. M. S. F., Menezes, V. V. D. B. & Freitas, P. B. (2016). Ipsilesional upper limb performance in stroke individuals: relationship among outcomes of different tests used to assess hand function. *Fisioterapia em Movimento*, 29(3), 561-568. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.029.003.AO14>
- Demetrios, M., Khan, F., Stokes, L. T., Brand, C. & McSweeney, S. (2013). Multidisciplinary rehabilitation following botulinum toxin and other focal intramuscular treatment for post-stroke spasticity. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), CD009689. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009689.pub2>
- Dewilde, S., Annemans, L., Pincé, H. & Thijs, V. (2018). Hospital financing of ischaemic stroke: determinants of funding and usefulness of DRG subcategories based on severity of illness. *BMC Health Services Research*, 18(1), 356. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3134-6>



- Domínguez Téllez, P., Moral Muñoz, J. A., Salazar, A., Casado Fernández, E. & Lucena Antón, D. (2020). Game-based virtual reality interventions to improve upper limb motor function and quality of life after stroke: systematic review and meta-analysis. *Games Health Journal*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0043>
- Eichinger, F. L. F., Soares, A. V., Noveletto, F., Sagawa Júnior, Y., Bertemes Filho, P. & Domenech, S. C. (2020). Serious game for locomotor rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *Fisioterapia em Movimento*, 33, e003316. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.AO16>
- Fekadu, G., Chelkeba, L. & Kebede, A. (2019). Burden clinical outcomes and predictors of time to in hospital mortality among adult patients admitted to stroke unit of Jimma university medical center: a prospective cohort study. *BMC Neurology*, 19(1), 213. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1439-7>
- Gandhi, D. B., Sterba, A., Khatter, H. & Pandian, J. D. (2020). Mirror therapy in stroke rehabilitation: current perspectives. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 7(16), 75-85. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S206883>
- Khiabani, R. R., Mochizuki, G., Ismail, F., Boulias, C., Phadke, C. P. & Gageimpact, W. H. (2017). Impact of spasticity on balance control during quiet standing in persons after stroke. *Stroke Research and Treatment*, 2017, 6153714. <https://doi.org/10.1155/2017/6153714>
- Lee, H. C., Huang, C. L., Ho, S. H. & Sung, W. H. (2017). The effect of a virtual reality game intervention on balance for patients with stroke: a randomized controlled trial. *Games Health Journal*, 6(5), 303-311. <https://doi.org/10.1089/g4h.2016.0109>
- Li, L., Scott, C. A. & Rothwell, P. M. (2020). Trends in stroke incidence in high-income countries in the 21st century: population-based study and systematic review. *Stroke*, 51(5), 1372-1380. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.028484>
- Lin, R. C., Chiang, S. L., Heitkemper, M. M., Weng, S. M., Lin, C. F., Yang, F. C. et al. (2020). Effectiveness of early rehabilitation combined with virtual reality training on muscle strength, mood state, and functional status in patients with acute stroke: a randomized controlled trial. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 17, 158-167. <https://doi.org/10.1111/wvn.12429>
- Medeiros, C. S. P., Fernandes, S. G. G., Souza, D. E., Guedes, D. T., Cacho, E. W. A. & Cacho, R. O. (2019). Comprometimento motor e risco de quedas em pacientes pós-acidente vascular encefálico. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 27(1), 42-49. <https://dx.doi.org/10.31501/rbcm.v27i1.7940>
- Miclaus, R. S., Roman, N., Henter, R. & Caloian, S. (2021). Lower extremity rehabilitation in patients with post-stroke sequelae through virtual reality associated with mirror therapy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2654. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052654>
- Moreira, N. R. T., Andrade, A. S., Ribeiro, K. S. Q. S., Nascimento, J. A. & Brito, G. E. G. (2015). Qualidade de vida em indivíduos acometidos por acidente vascular cerebral. *Revista Neurociências*, 23(4), 530-537. <https://doi.org/10.4181/RNC.2015.23.04.1036.08p>
- Mubin, O., Alnajjar, F., Al Mahmud, A., Jishtu, N. & Alsinglawi, B. (2022). Exploring serious games for stroke rehabilitation: a scoping review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 17(2), 159-165. <https://doi.org/10.1080/1748310+7.2020.1768309>
- Najafi, Z., Rezaeitalab, F., Yaghubi, M. & Manzari, Z. S. (2018). The effect of biofeedback on the motor-muscular situation in rehabilitation of stroke patients: a randomized controlled trial. *Journal of Caring Sciences*, 7, 89-93. <https://doi.org/10.15171/jcs.2018.014>
- Neves, M. M. F. & Guimarães, L. H. C. T. (2016). Qualidade de vida e grau de independência funcional em pacientes com acidente vascular cerebral. *Revista Neurociências*, 24, 1-17. <https://doi.org/10.34024/rnc.2016.v24.9940>
- Noveletto, F., Soares, A. V., Eichinger, F. L. F., Domenech, S. C., Hounsell, M. S. & Bertemes Filho, P. (2020). Biomedical serious game system for lower limb motor rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 28(6), 1481-1487. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2020.2988362>
- Noveletto, F., Soares, A. V., Mello, B. A., Sevegnani, C. N., Eichinger, F. L. F., Hounsell, M. S. & Bertemes Filho, P. (2018). Biomedical serious game system for balance rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 26(11), 2179-2188. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2018.2876670>
- Oliveira, M. P. B., Ferreira, D. M., Silva, J. R. T., Silva, A. M., Lobato, D. F. M., Kosour, C. et al. (2016). Realidade virtual na função motora de membros inferiores pós-acidente vascular encefálico. *Acta Fisiátrica*, 23(3), 135-139. <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20160026>
- Rech, K. D., Salazar, A. P., Marchese, R. R., Schifino, G., Cimolin, V. & Paghussat, A. S. (2019). Fugl-Meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 29(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104463>
- Reis, M. F., Chaoubah, A., Mármora, C. H. C. & Liebel, G. (2018). Análise do gasto ambulatorial do acidente vascular cerebral na perspectiva do sistema público. *Jornal Brasileiro de Economia da Saúde*, 10(3), 219-225. <https://doi.org/10.21115/JBES.v10.n3.p219-25>
- Rodríguez Hernández, M., Criado Álvarez, J. J., Corregidor Sánchez, A. I., Martín Conty, J. L., Mohedano Moriano, A. & Polonio López, B. (2021). Effects of virtual reality-based therapy on quality of life of patients with subacute stroke: a three-month follow-up randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2810. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062810>
- Rodríguez Hernández, M., Polonio López, B., Corregidor Sánchez, A. I., Martín Conty, J. L., Mohedano Moriano, A. & Criado Álvarez, J. J. (2021). Effects of specific virtual reality-based therapy for the rehabilitation of the upper limb motor function post-ictus: randomized controlled trial. *Brain Sciences*, 11(5), 555. <https://doi.org/10.3390/brainsci1105055>
- Sanchez Bezanilla, S., Åberg, N. D., Crock, P., Walker, F. R., Nilsson, M., Isgaard, J. et al. (2020). Growth hormone promotes motor function after experimental stroke and enhances recovery-promoting mechanisms within the peri-infarct area. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2), 606-626. <https://doi.org/10.3390/ijms21+020606>
- Sardi, M. D., Schuster, R. C. & Alvarenga, L. F. C. (2012). Efeitos da realidade virtual em hemiparéticos crônicos pós-acidente vascular encefálico. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, 10(32), 29-35. <https://doi.org/10.13037+rbcsvol10n32.1584>



Soares, A. V., Korn, R., Pertile, T., Domenico, B., Eichinger, F. L. F. & Noveletto, F. (2020). Cicloergometria adaptada para membros superiores de pacientes hemiparéticos por acidente vascular: uma série de casos. *Revista Neurociências*, 28, 1-12. <https://doi.org/10.34024/rnc.2020.v28.10826>

Soares, A. V., Woellner, S. S., Andrade, C. S., Mesadri, T. J., Bruckheimer, A. D. & Hounsell, M. S. (2014). A utilização da realidade virtual para recuperação do membro superior de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. *Fisioterapia em Movimento*, 27(3), 309-317. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.027.003.AO01>

Souza, L. A., Martins, J. C., Teixeira Salmela, L. F., Lara, E. M., Moura, J. B., Aguiar, L. T. et al. (2014). Validity and reliability of the modified sphygmomanometer test to assess strength of the lower limbs and trunk muscles after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46(7), 620-628. <https://doi.org/10.2340/16501977-1823>

Winstein, C. J., Stein, J., Arena, R., Bates, B., Cherney, L. R., Cramer, S. C. et al. (2016). Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery. *Stroke*, 47(6), 98-169. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000098>

Xu, Y., Tong, M., Ming, W. K., Lin, Y., Mai, W., Huang, W. et al. (2021). A depth camera-based, task-specific virtual reality rehabilitation game for patients with stroke: pilot usability study. *JMIR Serious Games*, 9(1), e20916. <https://doi.org/10.2196/20916>