

Artigo Original

JOGO SÉRIO PARA REABILITAÇÃO DO EQUILÍBRIO APÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

SERIOUS GAME FOR BALANCE REHABILITATION AFTER A STROKE

Pedro Henrique Vilbert da Silva¹, Fernando Luís Fischer Eichinger¹, Antonio Vinicius Soares¹, Fabrício Noveletto²

RESUMO

Contexto: O AVC (Acidente Vascular Cerebral) é a principal causa de incapacidade em adultos e a segunda causa de morte no mundo. Os sobreviventes frequentemente apresentam deficiências que comprometem a funcionalidade e exigem longos períodos de reabilitação. Uma alternativa terapêutica para aumentar a motivação no processo de reabilitação é o uso de jogos sérios. Este estudo teve como objetivo apresentar a aplicação clínica de um jogo sério (JS) desenvolvido para a reabilitação do equilíbrio de indivíduos pós-AVC. Métodos: Participaram do estudo 12 indivíduos, 6 homens e 6 mulheres, com idade média de 59,9 ($\pm 10,2$) anos e tempo médio de lesão de 37,3 meses (variando de 6 a 96 meses). As avaliações foram realizadas por meio do Timed Up and Go Test (TUGT), da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) e do Perfil de Saúde de Nottingham (PSN). O protocolo de treinamento utilizou um sistema composto por uma prancha de equilíbrio com sensores inerciais, unidade microcontroladora e computador com jogo sério. O treino ocorreu duas vezes por semana, durante dez semanas, totalizando vinte sessões de vinte minutos. Resultados: Os resultados foram muito impressionantes em todos os testes realizados, conforme segue: TUGT ($p < 0,001$ d 0,3), BBS ($p < 0,001$ d 1,1) e PSN ($p < 0,007$ d 0,5). Conclusões: O JS desenvolvido representa uma opção promissora e viável nesta área. A realização de estudos com amostras maiores, comparando esta abordagem com métodos convencionais e incluindo um grupo controle, aumentará a compreensão do potencial terapêutico deste recurso.

Palavras-chave: Jogos de Exercício Físico, Reabilitação, Fisioterapia, Equilíbrio Postural, Acidente Vascular Cerebral.

ABSTRACT

Context: Stroke is the leading cause of disability in adults and the second leading cause of death worldwide. Survivors often have impairments that compromise functionality and require long periods of rehabilitation. A therapeutic alternative to increase motivation in the rehabilitation process is the use of serious games. This study aimed to present the clinical application of a serious game (SG) developed for the rehabilitation of balance in post-stroke individuals. Methods: Twelve individuals participated in the study, six men and six women, with a mean age of 59.9 (± 10.2) years and a mean injury time of 37.3 months (ranging from 6 to 96 months). Assessments were performed using the Timed Up and Go Test (TUGT), the Berg Balance Scale (BBS), and the Nottingham Health Profile (NHP). The training protocol used a system consisting of a balance board with inertial sensors, a microcontroller unit, and a computer with a serious game. Training took place twice a week for ten weeks, totalling twenty twenty-minute sessions. Results: The results were very impressive across all tests performed, as follows: TUGT ($p < 0.001$ d 0.3), BBS ($p < 0.001$ d 1.1), and PSN ($p < 0.007$ d 0.5). Conclusions: The JS developed represents a promising and viable option in this area. Conducting studies with larger samples, comparing this approach with conventional methods and including a

1. Universidade da Região de Joinville – Univille, Brasil. End.: Rua Paulo Malschitzki, 100, Joinville, SC, CEP: 89202-201.

2. Universidade do Estado de Santa Catarina – UESC, Brasil. End.: Avenida Madre Benvenuta, 2007, Florianópolis, SC, CEP: 88035-901.

E-mail correspondente:
pedrovilbert.fisio@gmail.com

Submetido em: 29 jan. 2026
Aceito em: 11 mai. 2026
Publicado em: 31 ago. 2026

control group, will increase understanding of the therapeutic potential of this resource.

Keywords: Exergaming, Physical Rehabilitation, Physiotherapy, Postural Balance, Stroke.

INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma das principais causas de morte em todo o mundo e a doença mais importante causadora de incapacidades físicas e mentais em adultos (Li; Scott; Rothwell et al., 2020). Dados epidemiológicos indicam que há cerca de 17 milhões de casos da doença a cada ano em todo o mundo, representando aproximadamente um novo caso a cada 2 segundos (Fekadu; Chelkeba; Kebede et al., 2019). No Brasil, os dados epidemiológicos também são alarmantes: o AVC isquêmico (AVCI) corresponde à principal causa de morte, fatalidade a qual impõe um ônus econômico substancial para o Sistema Único de Saúde (SUS) (Campbell et al., 2019; Lackland et al., 2014; Thiago Oscar Goulart., 2023). Em 2024, este ônus chegou a um pico de R\$ 437,8 milhões nos custos totais de hospitalização, a volumosa quantidade de casos de AVCI o torna um dos principais fatores determinantes dos gastos cerebrovasculares (Goulart et al., 2026).

Um sintoma proeminente é o envolvimento de um lado do corpo, caracterizado por hemiparesia. Há uma incapacidade de transferir o peso para o lado afetado, destacando deficiências e limitações, particularmente relacionadas ao equilíbrio e à marcha normal (Khan, Chevidikunnan et al., 2021; Kesar et al., 2023).

Em condições normais, o controle postural e o equilíbrio requerem a integração de informações somatossensoriais, visuais e vestibulares no sistema nervoso central, que processa esses estímulos e retorna uma resposta motora, permitindo a manutenção do equilíbrio (Spencer; Wolf; Kesar, 2021). Para manter-se em pé, andar e interagir com o ambiente de forma segura e eficiente, é necessário ter uma boa orientação postural e equilíbrio, o que é alcançado através do controle postural adequado (Khan; Chevidikunnan et al., 2021).

Portanto, as deficiências nos processos de integração dos diferentes sistemas envolvidos, resultantes do AVC, tanto neurais quanto musculoesqueléticos, afetarão diretamente o

controle postural, prejudicando as atividades da vida diária e aumentando o risco de quedas nesses indivíduos (Denissen et al., 2020; Thijs et al., 2023). Além disso, o déficit no equilíbrio gera maior fadiga (Annapoorna Kuppuswamy et al., 2023).

Esse distúrbio foi investigado em um estudo que comparou o gasto energético de pacientes com AVC e sem AVC durante atividades em uma plataforma de força, no qual o grupo com AVC apresentou uma demanda energética duas vezes maior que o grupo controle (Houdijk et al., 2010).

Estratégias para reabilitação do equilíbrio têm sido pesquisadas e são, de fato, necessárias para a recuperação desses pacientes (Thijs et al., 2023). Especificamente no treinamento do equilíbrio de pacientes com AVC hemiparético, jogos têm mostrado bons resultados (Thijs et al., 2023; Vieira et al., 2020).

Jogos simples personalizados que usam a perspectiva em primeira pessoa, com realidade virtual não imersiva e que não apresentam um personagem jogável alcançam os melhores resultados clínicos. Além disso, o uso de jogos criados de maneira personalizada proporciona melhores desfechos clínicos em comparação com jogos comerciais criados para entretenimento (Vieira et al., 2020).

Tendo em vista a importância dos jogos personalizados, surgem os Jogos Sérios (JS), ferramentas criadas e desenvolvidas especificamente para a reabilitação física. Contam com a possibilidade de customização e permitem um grande controle sobre os ajustes de intensidade e o fornecimento de feedback de acordo com as diferentes necessidades individuais de cada paciente, a partir do seu grau de comprometimento motor (Santos et al., 2022).

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos terapêuticos de um Jogo Sério (JS) desenvolvido para reabilitação do equilíbrio em pacientes pós-AVC.

MÉTODOS E MATERIAL

Trata-se de um estudo com delineamento quase-experimental (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2015). Envolveu 12 pacientes hemiparéticos por AVC, de ambos os sexos, em fase crônica da doença. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CAAE 45881615.9.0000.0118).

Os critérios de inclusão foram: pacientes hemiparéticos por AVC e na fase crônica (após 6 meses do evento), de ambos os sexos, deambulantes (com ou sem dispositivo de auxílio) e que não estavam realizando outros tipos de exercício físico e/ou reabilitação fisioterapêutica no momento da admissão. Como critérios de exclusão foram: pacientes que não conseguiram realizar os testes propostos no protocolo de avaliação; pacientes que se recusaram a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; pacientes que iniciassem algum tipo de reabilitação motora durante o período experimental. Os pacientes participantes do estudo foram encaminhados de diferentes fontes de Joinville/SC, como outros serviços de reabilitação ou de colegas dentro da área da saúde.

Instrumentos de medida

- O teste Timed Up and Go Test (TUGT) foi utilizado para avaliar a mobilidade funcional. O teste consiste em medir o tempo decorrido para o paciente se levantar de uma cadeira, caminhar em linha reta por 3 m, virar, caminhar de volta até a cadeira e sentar-se (Hafsteinsdóttir; Rensink; Schuurmans et al., 2014).

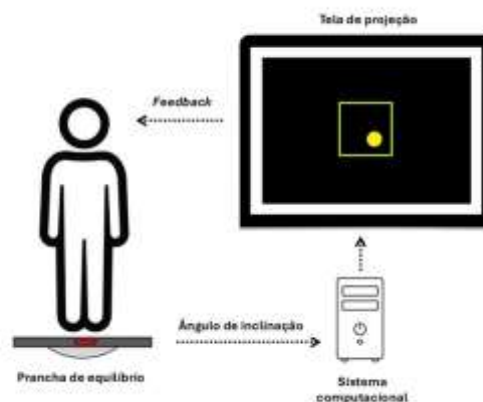
- A Escala de Equilíbrio de Berg (BBS) foi utilizada para avaliar o equilíbrio funcional. A escala é composta por 14 itens, pontuados de 0 a 4, cujos valores são somados para obter uma pontuação total entre 0 e 56; uma pontuação mais elevada indica um melhor equilíbrio. Os itens variam em dificuldade e incluem atividades que vão desde sentar-se numa cadeira até ficar em pé numa perna só (Downs et al., 2015).

- O Perfil de Saúde de Nottingham (PSN) foi utilizado para a avaliação da percepção da qualidade de vida. Trata-se de um questionário constituído de 38 itens que são baseados na classificação de incapacidade descrita pela Organização Mundial da Saúde, com respostas no formato sim/não. Os itens estão organizados em seis categorias, sendo elas: nível de energia, dor, reações emocionais, sono, interação social e habilidades físicas. Cada resposta positiva do paciente avaliado corresponde a um escore de um (1) e cada resposta negativa corresponde a um escore zero (0), totalizando uma pontuação máxima de 38 (Teixeira-Salmela et al., 2004).

O Jogo Sério

A Figura 1 apresenta uma visão geral do sistema do JS para treinamento de equilíbrio. O JS foi projetado para que seus aspectos visuais fossem simples, permitindo que o paciente se concentrasse exclusivamente na tarefa de posicionar uma bola dentro de uma área-alvo.

Figura 1. Visão geral do sistema do JS para treinamento de equilíbrio.

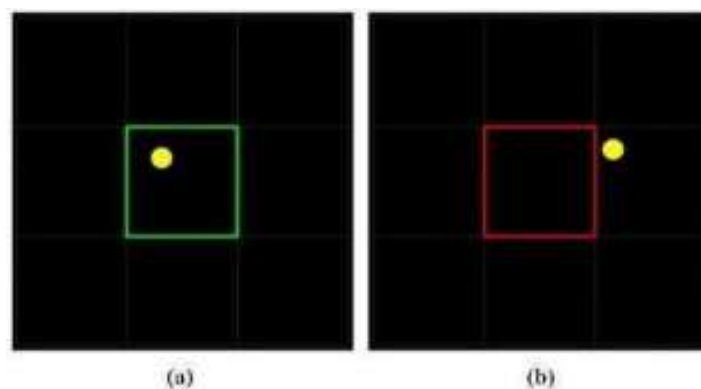


O movimento da bola é baseado nos ângulos de inclinação da prancha de equilíbrio. O tempo entre a ação (inclinar a prancha) e a visualização da posição da bola na tela do computador é de aproximadamente 15 ms, rápido o suficiente para fornecer feedback em tempo real ao usuário.

O JS também oferece feedback visual

imediato que indica o status da tarefa. A borda verde da área-alvo indica que a bola está dentro do alvo (Figura 2a), enquanto a borda vermelha indica que a bola está fora do alvo (Figura 2b). Sistemas de feedback simples e rápidos aumentam a atenção do paciente, o que é crucial no processo de reabilitação (Ortiz Vigon Uriarte; Garcia-Zapirain; Garcia-Chimeno et al., 2015).

Figura 2. Captura de tela do JS, (a) Alvo com a borda verde, indicando que a bola está dentro do alvo; (b) Alvo com a borda vermelha, indicando que a bola está fora do alvo.



O JS permite ajustes na configuração do jogo para melhor atender aos objetivos terapêuticos, conforme detalhado abaixo:

- **Tamanho do alvo:** Refere-se ao ângulo total de inclinação da prancha (AI) necessário para que a bola permaneça no alvo. Existem três tamanhos de alvo: grande (AI=5 graus), intermediário (AI=3 graus) e pequeno (AI=1,5 graus);
- **Tempo de permanência no alvo:** É o tempo, em segundos, que a bola deve permanecer no alvo para que a pontuação seja aumentada;
- **Modo de deslocamento do alvo:** Existem três modos de deslocamento: manual, sequencial e aleatório. No modo manual, o terapeuta define a posição do alvo de interesse (por exemplo, posicionando o alvo no lado parético do paciente para treinamento de transferência de peso). No modo sequencial, o alvo se

move do centro para as bordas em um caminho concêntrico (no sentido horário). No modo aleatório, o alvo se move aleatoriamente. Também é possível definir por quanto tempo o alvo permanece em cada posição nos modos sequencial e aleatório;

- **Tempo da sessão:** O terapeuta pode definir a duração da sessão de acordo com o objetivo terapêutico;
- **Cores dos elementos do jogo:** As cores dos elementos do jogo (bola, alvo e fundo) podem ser ajustadas para minimizar as possíveis limitações visuais do paciente.

Procedimentos para usar o Jogo Sériô

Antes de iniciar o programa de reabilitação, o terapeuta deve explicar claramente ao paciente a relação entre o jogo e a terapia. O envolvimento do paciente no tratamento também depende da compreensão de que o jogo é um meio para atingir um objetivo principal, ou seja, a

reabilitação. Para realizar os testes e as sessões de reabilitação, a prancha de equilíbrio é posicionada em frente a um ecrã de projeção multimédia, a três metros de distância, com o paciente em pé, descalço, sobre a prancha, olhando para a projeção posicionada ao nível dos olhos. Os pés ficam afastados numa posição natural e confortável, mas não mais do que a largura dos ombros (Duarte; Freitas et al., 2010). Todos os participantes passaram por uma sessão de treino de cinco minutos para se familiarizarem com o sistema antes de iniciar a primeira avaliação. Foram propostos dois modos de jogo: um para avaliação do equilíbrio e outro para treino do equilíbrio.

Modo de avaliação: Neste modo, as configurações do jogo são as mesmas para todos os pacientes. O tamanho do alvo é definido como grande em ambas as tarefas. Na primeira tarefa, chamada Estabilometria Dinâmica Básica (EDB), o modo de movimento do alvo foi definido como manual, com o alvo fixado no centro da tela (posição 0) por 30 segundos. Na segunda, chamada Estabilometria Dinâmica Sequencial (EDS), o alvo se move sequencialmente (no sentido horário), permanecendo em cada posição por 5 segundos. Ambas as tarefas são realizadas duas vezes, e a melhor pontuação de cada uma é usada para análise. O deslocamento do centro de pressão (CdP) da prancha também é avaliado na EDB. O deslocamento do CdP está relacionado ao equilíbrio dinâmico do sujeito e é obtido com base nos ângulos de inclinação da prancha de equilíbrio (medial-lateral e ântero-posterior), sendo a unidade de medida dada em centímetros.

Modo de Treino: Neste modo, o terapeuta pode alterar as configurações do jogo de acordo com o objetivo terapêutico e as limitações do paciente. O programa de reabilitação consiste em duas tarefas, cada uma com duração de três minutos, nas quais cada tarefa é realizada duas vezes, com um intervalo de um minuto entre elas. A primeira tarefa foi o EDB. Na segunda tarefa, chamada Estabilometria Dinâmica Aleatória (EDA), o deslocamento alvo é definido para o modo

aleatório. Em ambas as tarefas, o alvo permanece em cada posição por cinco segundos. A partir da segunda metade do programa de reabilitação (nas últimas 10 sessões), o tempo de cada tarefa foi aumentado para cinco minutos.

Procedimentos

Todo o procedimento foi previamente esclarecido e foi solicitada a assinatura do termo de consentimento informado. Os exames mencionados foram realizados numa sala de exames dedicada e todos os exames foram realizados no mesmo dia por um fisioterapeuta experiente.

O treino envolveu o sistema desenvolvido conforme descrito acima. Foi realizado duas vezes por semana durante dez semanas, totalizando vinte sessões, cada uma com duração de vinte minutos.

Tanto a avaliação clínica como o tratamento foram realizados num ambiente controlado (iluminação e temperatura), sempre pelos mesmos investigadores.

Análise de dados

Os dados foram analisados utilizando o software GraphPad Prism 8[®]. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Para avaliar as diferenças entre as medidas (pré e pós-testes), foi aplicado o teste *t* de *Student* para dados paramétricos e o teste de Wilcoxon para dados não paramétricos. Além disso, o tamanho do efeito (*d*) para cada variável controlada. Um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) foi adotado para todos os testes.

RESULTADOS

O estudo envolveu 12 participantes, sendo 6 homens e 6 mulheres. A idade média foi de 59,9 ($\pm 10,2$) anos. O tempo médio de lesão foi de 37,3 meses (entre 6 e 96 meses). A Tabela 1 apresenta os resultados de todas as variáveis controladas no estudo.

Tabela 1. Resumo dos principais resultados

Variáveis	pré	pós	<i>p</i>	<i>d</i>
TUGT	26,1 (12,9)	22,5 (11,2)	0,001	0,3
EEB	43,5 (6,5)	49,9 (4,5)	0,001	1,1
PSN	13,6 (9,2)	8,8 (8,6)	0,007	0,5

Leg: TUGT, *Timed Up and Go test* (s); EEB, Escala de equilíbrio de Berg (0-56); PSN, Perfil de saúde de Nottingham (0-38).

Todas as variáveis controladas no estudo mostraram uma diferença significativa nos pós-testes. Um grande efeito (*d*) foi observado nas pontuações da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), provavelmente devido à especificidade do treino implementado com o JS.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo avaliar os potenciais benefícios de um sistema biomédico com JS para o treinamento do equilíbrio em pacientes hemiparéticos pós-AVC. O estudo encontrou resultados encorajadores no controle das variáveis estudadas.

Ao combinar a diversão contida nos jogos com a especificidade do treinamento do equilíbrio e adaptá-lo às necessidades individuais resultantes da deficiência após o AVC, o objetivo foi diversificar a terapia para manter o estímulo e a motivação nas sessões, uma vez que o grau de recuperação após um AVC depende muito da adesão do paciente ao processo de reabilitação, que geralmente ocorre por longos períodos (Soares et al., 2016).

Os jogos digitais podem ser utilizados como recursos terapêuticos após acidentes vasculares cerebrais, utilizando diferentes formas, plataformas e recursos (Lee et al., 2017). No entanto, no que diz respeito aos jogos para o treinamento do equilíbrio, a maioria dos estudos utiliza jogos comerciais e o critério de escolha é a usabilidade (Lee et al.,

2017). Especificamente, o treinamento do equilíbrio com JS é eficaz, embora utilizado em pequenas amostras, tem mostrado bons resultados em instrumentos de avaliação clínica pré e pós-treinamento (Noveletto et al., 2018).

No que se trata de mobilidade funcional, foram observadas melhoras estatisticamente significativas nesta variável avaliada pelo TUGT. Da mesma forma, um ensaio clínico randomizado utilizando Realidade Virtual (RV) em comparação com a terapia convencional encontrou melhorias significativas no TUGT em ambos os grupos, embora os resultados tenham sido superiores no grupo experimental. Deve-se enfatizar que, ao contrário da RV, que é normalmente utilizada através de jogos comerciais, o JS é desenvolvido para se adequar a cada indivíduo, permitindo assim um melhor controle sobre as variáveis de treinamento e adaptação aos déficits (Noveletto et al., 2018).

Ainda em relação ao TUGT, a diferença clínica minimamente importante detectada neste instrumento para indivíduos com AVC é de 2,9 segundos (Flansbjer et al., 2005). Vemos que no presente estudo houve uma diferença de aproximadamente 3,6 segundos, valor o qual foi estatisticamente significativo e maior do que a diferença clínica minimamente importante detectada para essa população segundo a literatura. Esses dados mostram a relevância dos resultados obtidos para esta população, e é importante destacar este fato, pois terapias desenvolvidas para reabilitação

devem ser significativas, já que podem afetar a funcionalidade do paciente que as recebe.

Outro aspecto muito relevante foi a melhora na percepção da qualidade de vida entre os participantes do estudo. Sempre que os pacientes melhoram sua funcionalidade, isso pode ter um impacto positivo em sua qualidade de vida (Amorim et al., 2023).

Embora os resultados encontrados neste estudo tenham trazido benefícios significativos aos participantes, é essencial lembrar que são necessários mais estudos com amostras maiores e projetos de pesquisa mais abrangentes para compreender o real potencial do sistema biomédico desenvolvido. Embora os resultados tenham sido encorajadores, é prudente ter cautela e não generalizar essas descobertas.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram os benefícios do uso de jogos sérios na reabilitação pós-AVC. O jogo sério desenvolvido representa uma opção promissora e viável nessa área. É essencial escolher recursos terapêuticos que, além do treinamento, possam aumentar a demanda de atenção e a motivação durante o processo de reabilitação.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, P. et al. Chronic stroke survivors' perspective on the use of serious games to motivate upper limb rehabilitation – a qualitative study. **Health Informatics Journal**, v. 29, n. 2, p. 146045822311719-146045822311719, 1 abr. 2023. Disponível em https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/14604582231171932?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed.
- ANNAPOORNA KUPPUSWAMY et al. Mechanisms of Post-Stroke Fatigue: A Follow-Up From the Third Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 38, n. 1, p. 52–61, 29 dez. 2023. Disponível em https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15459683231219266?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed.
- CAMPBELL, B. C. V. et al. Ischaemic Stroke. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 5, n. 1, 10 out. 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0118-8>.
- CHO, K. H.; LEE, W. H. Virtual walking training program using a real-world video recording for patients with chronic stroke: a pilot study. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 92, n. 5, p. 371–380; quiz 380-382, 458, 1 maio 2013. Disponível em https://journals.lww.com/ajpmr/abstract/2013/05000/virtual_walking_training_program_using_a.1.aspx.
- DENISSEN, S. et al. Interventions for Preventing Falls in People After Stroke. **Stroke**, v. 51, n. 3, mar. 2020. Disponível em <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008728.pub3/full>.
- DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183–192, jun. 2010. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/hFQTppgw4q3jGBCDKV9fdCH/?format=html&lang=pt>.
- DOWNS, S. The Berg Balance Scale. **Journal of Physiotherapy**, v. 61, n. 1, p. 46, jan. 2015. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955314001465?via%3Dihub>.
- FEKADU, G.; CHELKEBA, L.; KEBEDE, A. 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**, v. 19, n. 1, 30 ago. 2019. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1186/s12883-019-1439-7>.

FLANSBJER, U.-B. et al. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 37, n. 2, p. 75–82, 1 mar. 2005. Disponível em <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.1080/16501970410017215>.

GOULART, T. O. et al. Ischemic Stroke in Brazil (2017–2025): Trends in admissions, Thrombolysis, Craniectomy, costs, and COVID-19 Disruption. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, p. 108631, abr. 2026. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2026.108631>.

HAFSTEINSDÓTTIR, T. B.; RENSINK, M.; SCHUURMANS, M. Clinimetric Properties of the Timed Up and Go Test for Patients With Stroke: A Systematic Review. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 21, n. 3, p. 197–210, maio 2014. Disponível em https://www.tandfonline.com/doi/10.1310/tsr2103-197?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed.

HOUDIJK, H. et al. Energy expenditure of stroke patients during postural control tasks. **Gait & Posture**, v. 32, n. 3, p. 321–326, jul. 2010. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096636210001566?via%3Dihp>.

KESAR, T. The Effects of Stroke and Stroke Gait Rehabilitation on Behavioral and Neurophysiological Outcomes. **Delaware journal of public health**, v. 9, n. 3, p. 76–81, 1 ago. 2023. Disponível em <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10494801/>.

KHAN, F.; CHEVIDIKUNNAN, M. F. Prevalence of Balance Impairment and Factors Associated with Balance among Patients with Stroke. A Cross Sectional Retrospective Case Control Study. **Healthcare**, v. 9, n. 3, p. 320, 13 mar. 2021. Disponível em <https://www.mdpi.com/2227-9032/9/3/320>.

LACKLAND, D. T. et al. Factors Influencing the Decline in Stroke Mortality. **Stroke**, v. 45, n. 1, p. 315–353, jan. 2014. Disponível em <https://doi.org/10.1161/01.str.0000437068.30550.cf>.

LEE, H.-C. et al. The Effect of a Virtual Reality Game Intervention on Balance for Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial. **Games for health journal**, v. 6, n. 5, p. 303–311, 2017. Disponível em https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/g4h.2016.0109?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed.

LI, L.; SCOTT, C. A.; ROTHWELL, P. M. Trends in Stroke Incidence in High-Income Countries in the 21st Century. **Stroke**, v. 51, n. 5, p. 1372–1380, maio 2020. Disponível em https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.119.028484?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed.

NOVELETTO, F. et al. Biomedical Serious Game System for Balance Rehabilitation of Hemiparetic Stroke Patients. **IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, v. 26, n. 11, p. 2179–2188, 1 nov. 2018. Disponível em <https://repositorio.udesc.br/entities/publication/d312b082-d381-40c1-83e3-6fc05f2ef1e9>.

ORTIZ-VIGON URIARTE, I.; GARCIA-ZAPIRAIN, B.; GARCIA-CHIMENO, Y. Game Design to Measure Reflexes and Attention Based on Biofeedback Multi-Sensor Interaction. **Sensors**, v. 15, n. 3, p. 6520–6548, 17 mar. 2015. Disponível em <https://www.mdpi.com/1424-8220/15/3/6520>.

SANTOS, F. M. K. dos.; EICHINGER, F. L. F.; DOMENECH, S. C.; NOVELETTO, F.; ENGSTER, M. P.; AQUINO, A. P. M. de.; NEUMANN, F.; FACCIN, G. T. A.; SOARES, A. V. Serious game for balance rehabilitation of hemiparetic stroke patients.

Research, Society and Development, v. 11, n. 14, e571111433600. 2022. Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/document/8496816>.

SOARES, A. V. et al. A serious game developed for physical rehabilitation of frail elderly. **European Research in Telemedicine / La Recherche Européenne en Télémédecine**, v. 5, n. 2, p. 45–53, jun. 2016. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212764X16300139>.

SPENCER, J.; WOLF, S. L.; KESAR, T. M. Biofeedback for Post-stroke Gait Retraining: A Review of Current Evidence and Future Research Directions in the Context of Emerging Technologies. **Frontiers in Neurology**, v. 12, p. 637199, 2021. Disponível em <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2021.637199/full>.

TEIXEIRA-SALMELA, L. F. et al. Adaptação Do Perfil de Saúde de Nottingham: Um Instrumento Simples de Avaliação Da Qualidade de Vida. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 20, no. 4, pp. 905–914. Aug. 2004. Disponível em <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2004000400004>.

THIAGO OSCAR GOULART. **Análise epidemiológica de internações, óbitos, custos, tratamentos e procedimentos relacionados a doenças cerebrovasculares no Brasil, nos períodos pré, intra e pós-pandemia de COVID-19**. 5 dez. 2023. Disponível em <https://doi.org/10.11606/d.17.2023.tde-10112023-163501>.

THIJS, L. et al. Trunk training following stroke. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2023, n. 3, 2 mar. 2023. Disponível em <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013712.pub2/full>.

VIEIRA, C. et al. Serious game design and clinical improvement in physical rehabilitation: a systematic review (Preprint). **JMIR Serious Games**, 11 maio 2020. Disponível em <https://games.jmir.org/2021/3/e20066/>.