

## **AVALIAÇÃO DA EXCITABILIDADE CORTICAL APÓS TREINAMENTO INTENSIVO COM REALIDADE VIRTUAL PARA REABILITAÇÃO DO MEMBRO SUPERIOR EM PACIENTES PÓS-AVC**

Nayron Medeiros Soares<sup>1</sup>, Gabriela Magalhães Pereira<sup>2</sup>, Renata Italiano da Nóbrega Figueiredo<sup>3</sup>, Gleydson Silva Morais<sup>4</sup>, Sandy Gonzaga de Melo<sup>5</sup>

1 Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde, [nayronn@gmail.com](mailto:nayronn@gmail.com)

2 Mestranda em Neurociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [gabrielamagalhaes.p@gmail.com](mailto:gabrielamagalhaes.p@gmail.com)

3 Mestranda em Ciência e Tecnologia em Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde, [renata.italiano@gmail.com](mailto:renata.italiano@gmail.com)

4 Graduando em Fisioterapia, Universidade Estadual da Paraíba, [dkcolt@gmail.com](mailto:dkcolt@gmail.com)

5 Doutor em Motricidade Humana, Professor Adjunto da Universidade Estadual da Paraíba, [sg-melo@uol.com.br](mailto:sg-melo@uol.com.br)

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é um distúrbio neurológico comum, classificado como a terceira causa de morte e a principal causa de incapacidade em longo prazo no mundo. Com os avanços tecnológicos, a realidade virtual tem sido usada amplamente para cuidados e reabilitação no AVC. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a experiência e eficácia de um sistema de realidade virtual para promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC. Trata-se de uma pesquisa de caráter experimental, descritiva, analítica, com abordagem quantitativa. A amostra foi do tipo não probabilística por acessibilidade, composta por 03 pacientes pós-AVC. Além do jogo para treinamento dos participantes, foram utilizados os seguintes instrumentos para avaliação: Ficha de Avaliação Clínica, Mini-Exame do Estado Mental e o Limiar Motor de Repouso. Os dados obtidos foram expressos descritivamente, em média, desvio padrão da média e porcentagem. Para comparar os dois grupos, utilizamos o teste “t” paramétrico. A análise inferencial foi realizada através do programa estatístico *GraphPad Prism* 6.0. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ). Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEPB sob nº51638015.0.0000.5187. Os resultados desse estudo mostraram que o *Leap Motion Controller* é uma nova ferramenta de alto nível. O uso intensivo a curto prazo, proporcionou a diminuição do limiar motor cortical dos pacientes estudados ( $P=0,0430$ ). No entanto, sugere-se que sejam realizados novos estudos com desenhos metodológicos randomizados e controlados com amostras maiores de pacientes pós-AVC.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terapia de Exposição à Realidade Virtual, Acidente Vascular Cerebral, Reabilitação

## INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é um distúrbio neurológico que repercute na funcionalidade e na qualidade de vida dos sobreviventes (DOI; TURCHIARI; STOPIGLIA, 2007). A maioria dos sobreviventes possuem graus variados de sequelas motoras e/ou cognitivas (DOI; TURCHIARI; STOPIGLIA, 2007; SOARES; GALDINO; ARAÚJO, 2014).

No AVC, os déficits motores aparecerão no hemicorpo contralateral a hemisfério cerebral afetado, repercutindo na sequela mais frequente denominada hemiparesia ou hemiplegia (ALEXANDER *et al.*, 2010), que pode alterar a motricidade dos membros inferiores e superiores (HOOGEN *et al.*, 2012).

Embora 75% dos pacientes consigam aprender a deambular novamente, cerca de 55% a 75% permanecem com problemas na função do membro superior (FEYS *et al.*, 1998). Estas alterações repercutem em queixas referidas pelos pacientes, devido ao fato deste segmento do corpo está envolvido em importantes funções durante atividades de vida diária (SALIBA *et al.*, 2008).

A eficácia das intervenções tem sido geralmente menos pronunciada na extremidade superior do que na extremidade inferior (BARD; HIRSCHBERG, 1965; SKILBECK *et al.*, 1983). Além disso, o processo de deambulação favorece a interação entre ambos os membros inferiores, enquanto diversas tarefas podem ser completadas apenas com um membro superior (SCHMIDT; LEE, 1999). Essa diferença pode refletir em complicações secundárias comuns no AVC, como por exemplo, a subluxação e dor no ombro (DROMERICK *et al.*, 2008).

A reabilitação usando dispositivos de Realidade Virtual (RV) é um novo conceito para o cuidado de AVC (BARCALA *et al.*,

2013). Evidências indicam que o uso de jogos na reabilitação expandiu-se rapidamente nos últimos anos (WATTANASOONTORN *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2015). A principal recomendação para promover a recuperação pós-AVC seria um programa de reabilitação de alta intensidade que associe práticas de tarefas específicas e repetitivas com o *feedback* do desempenho esperado, porém, devido à complexidade do processamento sensorio-motor, não existe um consenso de quais especificidades devem ser seguidas (LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009).

Apesar de inúmeras aplicações da RV, ainda não há dados conclusivos desse sistema sobre as influências e variáveis na eficiência ou precisão com que diferentes populações de pacientes podem interagir nos danos causados pelo AVC no sistema sensorio-motor (HOOGEN *et al.*, 2012; SCHAFER; USITINOVA, 2013).

O *Leap Motion Controller* (LMC) é um sensor que permite simular os movimentos da mão e dedos, e indiretamente, também, do cotovelo e do ombro, através de um computador (KHADEMI, *et al.*, 2014). Sem dúvidas, representa um dispositivo de entrada revolucionário em um ambiente gráfico, que permite estímulos sensorios-motores para reabilitação no pós-AVC.

Desse modo, objetivou-se avaliar e comparar a excitabilidade cortical antes e após o treinamento intensivo com o jogo comercial, utilizando o LMC para promover a reabilitação do membro superior no pós-AVC.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de caráter experimental, descritiva, analítica, com abordagem quantitativa, realizada pelo Laboratório de Neurociências e

Comportamento Aplicadas (LANEC), localizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

A amostra foi do tipo não probabilística por acessibilidade, composta por 03 pacientes pós-AVC.

Este trabalho aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEPB, sob número nº51638015.0.0000.5187, e cumpriu as diretrizes regulamentadoras da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

### **Critérios para Pesquisa**

Foram considerados os seguintes critérios para inclusão: diagnóstico clínico de Acidente Vascular Cerebral, segundo a CID-10; adulto maiores de 18 anos; lesão isquêmica no hemisfério esquerdo; tempo de lesão entre um e cinco anos de lesão; hemiparesia; escore  $\leq 23$  no Mini-Exame do Estado Mental (LOURENÇO; VERAS, 2006); ser capaz de seguir instruções e tocar um objeto fixo na tela do jogo; concordar em participar da pesquisa; estabilidade de condições clínicas.

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão: afasia de compreensão grave, que comprometesse o estudo; outros transtornos neurológicos e/ou psiquiátricos associados; uso de medicamentos/drogas que afetam o desempenho motor; deficiência visual não corrigida, que comprometesse o estudo; heminegligência; presença de qualquer condição que impedisse a avaliação com a Estimulação Magnética Transcraniana (histórico de convulsão, epilepsia, marca-passo e uso de próteses metálicas – excluindo cavidade bucal).

### **Instrumento e procedimento de Coleta de Dados**

Inicialmente, os participantes foram avaliados apenas uma vez para rastreio cognitivo pelo Mini-Exame do Estado Mental

e Ficha de Avaliação Clínica. No primeiro dia e no terceiro dia foi avaliado o Limiar Motor de Repouso. Os participantes realizaram um treino intensivo com duração de 30 minutos, durante 03 dias, direcionado a reabilitação do membro superior com Realidade Virtual usando a tecnologia LMC.

O Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) é um instrumento de fácil utilização que consiste em uma breve entrevista que avalia as funções cognitivas, contendo questões relacionadas a orientação, memória e atenção, habilidade para nomear, seguir comandos verbais e escritas, escrever uma frase espontaneamente e copiar um polígono. Considera-se uma pontuação para cada item e ao final, soma-se os escores (FOLSTEIN E FOLSTEIN 1974).

A Ficha de avaliação clínica, composta pela identificação do participante, dados clínicos e parâmetros dos instrumentos de avaliação (neurofisiológicos da TMS e Eletromiografia).

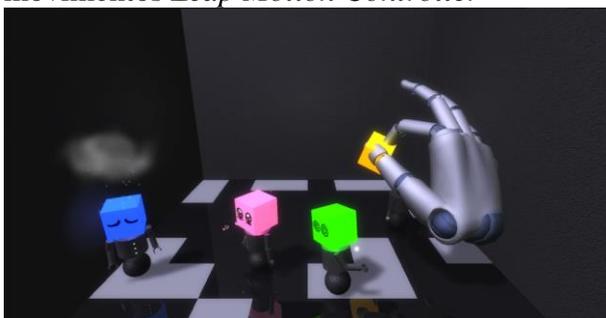
Na avaliação do Limiar Motor de Repouso (LMR), foi utilizado o Estimulador Magnético Transcraniano (EMT) da Neurosoft MS/D com uma bobina em forma de oito. A EMT é um equipamento seguro (BAE *et al.*, 2007) que tem sido amplamente utilizado para avaliar a neurofisiologia cortical de forma não invasiva (BOGGIO *et al.*, 2006; ROSSINI; ROSSI, 2007).

Para avaliação do LMR, foram realizados estímulos com TMS modo pulso único no córtex motor, considerando a intensidade mínima de 5 estímulos de 10 tentativas, capaz de produzir movimentos musculares na mão contralateral (WILSON, KNOBLICH, 2005; ARAÚJO, 2007).

Para intervenção, utilizou-se o jogo *Playground* (Figura 1) do sensor de movimentos da mão LMC (Figura 2). Este jogo é um jogo 3D, que utiliza o sensor para manipular e capturar blocos para encaixar e

formar as cabeças dos robôs, que dançam na tela em movimentos aleatórios. O jogo requisitava a utilização de movimentos de flexão-extensão do ombro, cotovelo, punho e mão, em direção ao objeto a ser capturado.

**Figura 1.** Jogo *Playground*® do sensor de movimentos *Leap Motion Controller*



(Fonte: <http://blog.leapmotion.com/inside-leap-motion-designing-playground/>).

**Figura 2.** *Leap Motion Controller* (TAYLOR; CURRAN, 2016).



### Processamento e Análise dos Dados

Os dados obtidos foram expressos, descritivamente, em média, desvio padrão da média e porcentagem. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, os quais mostraram-se paramétricos. Para comparar os dois grupos, utilizou-se o teste t paramétrico. A análise inferencial foi realizada através do programa estatístico *GraphPad Prism 6.0*. Em todas as análises foi considerado o nível de

significância de 5% ( $p < 0,05$ ) e intervalo de confiança de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra foi composta por 03 pacientes pós-AVC, com média de idade de  $55,33 \pm 6,429$ , variando entre 48 e 60 anos. Dois participantes eram do gênero masculino e uma do gênero feminino. Todos os participantes tiveram AVC isquêmico no hemisfério esquerdo. O tempo de ocorrência do AVC variou entre 1 ano e 6 meses até 5 anos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização sociodemográfica dos pacientes pós-AVC.

VARIÁVEIS	Descrição da amostra n (%)
<b>Gênero</b>	
Masculino	2 (66,7)
Feminino	1 (33,3)
<b>Estado civil</b>	
Solteiro	1 (33,3)
Casado	2 (66,7)
<b>Raça</b>	
Branco	2 (66,7)
Negro	1 (33,3)
<b>Profissão/Ocupação</b>	
Aposentado	2 (66,7)
Motorista	1 (33,3)
<b>Dominância lateral</b>	
Destro	3 (100)
<b>Ocorrências de AVC</b>	
Uma vez	2 (66,7)
Cinco vezes	1 (33,3)

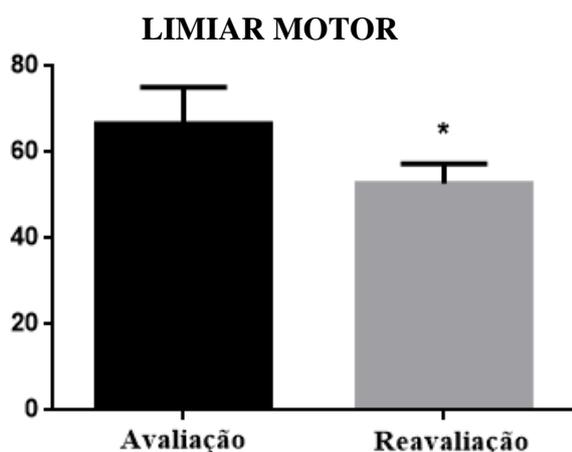
Fonte: dados da pesquisa.

Neste estudo experimental, testou-se a eficácia e a experiência do usuário utilizando o controlador de movimentos *Leap Motion Controller* (LMC). Este dispositivo permite simular de forma ágil e precisa os movimentos das mãos dos pacientes em um ambiente virtual (KHADEMI, *et al.*, 2014). O

jogo utilizado nessa pesquisa é comercial e tem particularidades gerais para indivíduos saudáveis.

A reabilitação motora do membro superior é implementada através de movimentos requisitados pelo jogo Playground. Esse feedback visual pode contribuir para reabilitação, através do sistema de neurônios espelhos, ativado tanto na observação, quanto na execução do movimento (MUKAMEL *et al.*, 2010; RIZZOLATTI; FABBRI-DESTRO, 2010).

**Figura 3.** Comparação do Limiar motor do hemisfério cerebral direito (não afetado) antes e após as intervenções.

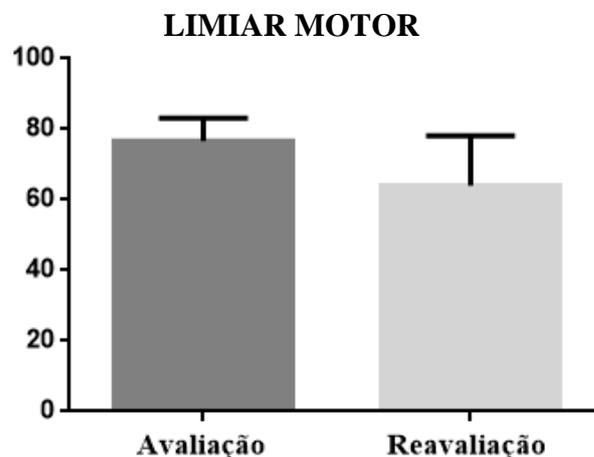


P=0,0430

Fonte: dados da pesquisa.

Quando o Limiar Motor cortical foi avaliado antes e após a intervenção pela Estimulação Magnética Transcraniana, pode-se observar redução estatisticamente significativa (P=0,0430) da excitabilidade cortical do hemisfério não afetado (Figura 3), porém, estatisticamente (P=0,1213) não foi possível observar essa redução no hemisfério afetado (Figura 4).

**Figura 4.** Comparação do Limiar motor do hemisfério cerebral esquerdo (afetado) antes e após as intervenções.



P=0,1213

Fonte: dados da pesquisa.

A partir dos resultados encontrados neste estudo, pode-se observar que os efeitos neurofisiológicos com utilização do sensor de movimento e do jogo, durante um curto prazo de treinamento, promoveram a diminuição do limiar motor cortical dos pacientes estudados. No mesmo sentido, evidências indicam que a recuperação funcional no córtex afetado envolve mudanças na excitabilidade cortical (CLARKSON; CARMICHAEL, 2009). Este aumento da excitabilidade e a redução do limiar motor cortical promove melhores desempenhos na função do membro afetado em pacientes pós-AVC (HUMMEL; COHEN L, 2006; ALONSO-ALONSO; FREGNI; PASCUAL-LEONE, 2007;).

Em um estudo piloto com o LMC, foram recrutados 14 pacientes com pós-AVC crônicos para jogar *Fruit Ninja* modificado. Os autores observaram alta correlação com os escores da avaliação clínica com a escala de *Fugl-Meyer* e o Teste da Caixa e Blocos, e sugeriram que a utilização deste sensor de movimento com o jogo pode promover melhoras na função do membro superior

desses pacientes (KHADEMI *et al.*, 2014). Estas evidências corroboram com outros estudos que indicam os efeitos terapêuticos da Realidade Virtual promissores e podem sugerir melhoras na reabilitação motora do membro superior (SOARES *et al.*, 2014; THOMSON *et al.*, 2014).

Estes resultados mostram que a LMC é uma nova ferramenta de alto nível, que proporciona a participação ativa do paciente, e que pode ser eficaz no processo de reabilitação do membro superior em pacientes pós-AVC. Os resultados positivos encontrados neste estudo piloto, possibilitam a reflexão para a realização de estudos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terapia proposta com o jogo foi bem recebida pelos pacientes testados. O uso intensivo a curto prazo, proporcionou a diminuição do limiar motor cortical dos pacientes estudados. Dessa forma, pode-se acreditar no potencial do *Leap Motion Controller* para promover a reabilitação em pacientes com sequelas de um AVC.

Sugere-se que sejam realizados novos estudos com desenhos metodológicos randomizados e controlados com amostras maiores de pacientes pós-AVC.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, L. D.; BLACK, S. E.; GAO, F.; SZILAGYI, G.; DANIELLS, C. J.; MCILROY, W. E. Correlating lesion size and location to deficits after ischemic stroke: the influence of accounting for altered perinecrotic tissue and incidental silent infarcts. **Behav Brain Funct.** v. 19; n. 6, p. 6, 2010. <http://dx.doi.org/10.1186/1744-9081-6-6>
- ALONSO-ALONSO M.; FREGNI, F.; PASCUAL-LEONE, A. Brain stimulation in poststroke rehabilitation. **Cerebrovasc Dis.** v. 24, n. 1, p. 157-166, 2007. <http://dx.doi.org/10.1159/000107392>
- ARAÚJO, D. P. de. **Determinação e modulação da excitabilidade cortical pela estimulação magnética transcraniana.** Tese de Doutorado – Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2007, 97p.
- BAE, E. H.; SCHRADER, L. M.; MACHII, K.; ALONSO-ALONSO, M.; RIVIELLO, J. J. JR.; PASCUAL-LEONE A.; *et al.* Safety and tolerability of repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with epilepsy: a review of the literature. **E&B.** v. 10, n. 4, p. 521-8, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yebbeh.2007.03.004>
- BARD, G.; HIRSCHBERG, G. Recovery of voluntary motion in upper extremity following hemiplegia. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 46, p. 567–572, 1965.
- BARCALA, L.; GRECCO, L. A.; COLELLA, F.; LUCARELI, P. R.; SALGADO, A. S.; OLIVEIRA, C. S. Visual biofeedback balance training using Wii fit after stroke: a randomized controlled trial. **J Phys Ther Sci.** v. 25, n. 8, p. 1027-32, 2013. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.25.1027>
- BOGGIO, P. S.; FREGNI, F.; RIGONATTI, S. P.; MARCOLIN, M. A.; SILVA, M. T. A. Estimulação magnética transcraniana na neuropsicologia: novos horizontes em pesquisa sobre o cérebro. **Rev Bras Psiquiatr.** v. 28, n. 1, p. 44-49, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-44462006000100010>

CLARKSON A. N.; CARMICHAEL S. T. Cortical excitability and post-stroke recovery. **Biochem Soc Trans.** v. 37, n. 6, p. 1412-1414, 2009. <http://dx.doi.org/10.1042/BST0371412>

COSTA, T. H.; SOARES, N. M.; REIS, W. A. BUBLITZ, F. M. A Systematic Review on the Usage of Games for Healthcare. **IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin).** p. 480-484, 2015. <http://dx.doi.org/10.1109/ICCE-Berlin.2015.7391316>

DROMERICK, A. W.; EDWARDS, D. F.; KUMAR, A. Hemiplegic Shoulder Pain Syndrome: Frequency and Characteristics During Inpatient Stroke Rehabilitation. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 89, p. 1589-1593, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.10.051>

DOI, K. Y.; TURCHIARI, M. A.; STOPIGLIA, M. O impacto do acidente vascular encefálico na qualidade de vida dos pacientes acompanhados em uma clínica de fisioterapia universitária. **Rev Inst Ciênc Saúde.** v.25, n.1, p. 23-28, 2007.

FEYS, H. M.; DE WEERDT, W. J.; SELZ, B. E.; COX STECK, G. A.; SPICHIGER, R.; VEREECK, L. E.; *et al.* Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single blind, randomized, controlled, multicenter trial. **Stroke.** v. 29, p. 785-792, 1998. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.29.4.785>

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the

clinicians. **J. Psychiatr. Res.** v.12, n.3, p.189-198, 1974. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)

HOOGEN, W. V. D.; FEYS, P.; LAMERS, I.; CONINX, K.; NOTELAERS, S.; KERKHOFS, L. *et al.* Visualizing the third dimension in virtual training environments for neurologically impaired persons: beneficial or disruptive? **J Neuroeng Rehabil.** v.9, n.1, p.73, 2012. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-9-73>

HUMMEL, F. C.; COHEN L. G. Non-invasive brain stimulation: a new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? **Lancet Neurol.** v. 5, n. 8, p. 708-712, 2006. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70525-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70525-7)

KHADEMI, M.; MOUSAVI HONDORI, H.; MCKENZIE, A.; DODAKIAN, L.; LOPES, C.; CRAMER, S. Free-hand interaction with leap motion controller for stroke rehabilitation. **CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems.** p. 1663-1668, 2014. <http://dx.doi.org/10.1145/2559206.2581203>

LANGHORNE P, COUPAR F, POLLOCK A. Motor recovery after stroke: a systematic review. **Lancet Neurol.** v.8, n.8, p.741-754, 2009. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70150-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4)

LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Mental State Examination: psychometric characteristics in elderly outpatients. **Rev Saúde Pública.** v. 40, n. 4, p.712 -9, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102006000500023>

MUKAMEL, R.; EKSTROM, A. D.; KAPLAN, J.; IACOBONI, M.; FRIED, I.

Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. **Curr Biol.** p. 750-756, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2010.02.045>

ROSSINI, P. M.; ROSSI, S. Transcranial magnetic stimulation: diagnostic, therapeutic, and research potential. **Neurology.** v. 68, no. 7, p. 484-488, 2007. <http://dx.doi.org/10.1212/01.wnl.0000250268.13789.b2>

RIZZOLATTI, G.; FABBRI-DESTRO, M. Mirror neurons: from discovery to autism. **Exp Brain Res.** v. 200, n. 3, 223-37. 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-009-2002-3>

SALIBA, V. A.; CHARLES JÚNIOR, I. P., FARIA, C. D. C. M.; SALMELA, L. F. T. Propriedades Psicométricas da Motor Activity Log: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Fisioter Mov.** v. 21, n. 3, p. 59-67, 2008.

SCHAFER, A. Y.; USTINOVA, K. I. Does use of a virtual environment change reaching while standing in patients with traumatic brain injury. **J Neuroeng Rehabil.** v.10, n.1, p. 76, 2013. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-10-76>

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. D. **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis.** 3ed. Human Kinetics: Champaign, 1999, p. 205-226.

SKILBECK, C. E.; WADE, D. T.; LANGTON HEWER R, WOOD VA. Recovery after stroke. **J Neurol Neurosurg Psychiatry.** v. 46, p. 5-8, 1983.

SOARES, A. V.; WOELLNER, S. S.; ANDRADE, C. S.; MESADRI, T. J.; BRUCKHEIMER, A. D.; HOUNSELL, M.

da S. The use of Virtual Reality for upper limb rehabilitation of hemiparetic Stroke patients. **Fisioter mov.** v. 27, n. 3, p. 309-317, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-5150.027.003.A001>

SOARES, N. M.; GALDINO, G. S.; ARAÚJO, D. P. Índice de Depressão em sujeitos pós-AVC no município de Campina Grande - PB. **Rev Neurocienc.** v. 22, n. 2, p. 215-220, 2014. <http://dx.doi.org/10.4181/RNC.2014.22.02.931.6p>

THOMSON, K.; POLLOCK A.; BUGGE, C.; BRADY, M. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a systematic review. **Int J Stroke.** v. 9, n. 4, p. 479-88, 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/ijss.12263>

WATTANASOONTORN, V.; BOADA, I.; GARCÍA, R.; SBERT, M. Serious games for health. **Entertain Comput.** v. 4, n. 4, p. 231-247, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.entcom.2013.09.002>

WILSON, M.; KNOBLICH, G. The case for motor involvement in perceiving conspecifics. **Psychol Bull.** v. 131, n. 3, p. 460-473, 2005. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.131.3.460>