


**TERAPIA ESPELHO COM SMARTPHONE: ANÁLISE FUNCIONAL DO HEMICORPO
PÓS-ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO**

**MIRROR THERAPY WITH SMARTPHONE: FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE POST-
STROKE HEMISPHERE**

**TERAPIA DE ESPEJO CON SMARTPHONE: ANÁLISIS FUNCIONAL DEL
HEMISFERIO CEREBRAL TRAS UN ICTUS**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n4-054>

Data de submissão: 24/03/2026

Data de publicação: 24/04/2026

Thayssa Ferreira dos Santos

Doutoranda em Neurociências

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

E-mail: thayssafisio@hotmail.com

Manoel da Silva Filho

Doutor em Neurociências

Instituição: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA),

University of Alabama at Birmingham

E-mail: manoel@ufpa.br

RESUMO

As sequelas causadas por um AVE são inúmeras, podendo ocasionar hemiparesia ou hemiplegia em um dos lados do corpo. Dentre os tratamentos atuais para intervenção, a terapia espelho é uma proposta que visa a reorganização do córtex e recuperação da funcionalidade, além de reduzir o quadro algíco. Portanto objetiva-se desenvolver um método de treinamento/ reabilitação de membros através de óculos de realidade virtual adaptados para o uso com smartphone para aplicar a terapia espelho de maneira mais independente. Para a avaliação, foram utilizados o dinamômetro de preensão palmar, a escala de Fugl Meyer, o teste *Time Get Up And Go*, o teste de habilidade motora para membro superior e a eletromiografia de superfície nos membros pré e pós-intervenção terapêutica para avaliação da função motora e força muscular. Na análise estatística, foram realizados os testes T de student para parâmetros normais e os de Wilcoxon para parâmetros não normais, onde foi considerando o p-valor de 0,05 para rejeição da hipótese de nulidade; para os dados da eletromiografia de superfície, as variáveis em estudo foram submetidas à análise com ajustes de tendência para as variáveis quantitativas e teste T pareado para comparação das medições. Conclui-se que houve uma melhora expressiva em todos os testes avaliativos nos membros superiores, porém, nos membros inferiores foi observada uma evolução apenas na amplitude de movimento e na ativação elétrica muscular para os testes avaliativos.

Palavras-chave: Terapia-Espelho. AVE. Reabilitação. Eletromiografia. Óculos de Realidade Virtual.

ABSTRACT

The after-effects of a stroke are numerous, and can cause hemiparesis or hemiplegia on one side of the body. Among current treatments for intervention, mirror therapy is a proposed approach that aims to reorganize the cortex and restore functionality, as well as reduce pain. Therefore, the objective is to develop a method for training/rehabilitating limbs using virtual reality glasses adapted for use with

a smartphone to apply mirror therapy more independently. For evaluation, the following were used: a handgrip dynamometer, the Fugl-Meyer scale, the Timed Get Up and Go test, an upper limb motor skill test, and surface electromyography of the limbs before and after therapeutic intervention to assess motor function and muscle strength. In the statistical analysis, Student's t-tests were performed for normal parameters and Wilcoxon tests for non-normal parameters, where a p-value of 0.05 was considered for rejection of the null hypothesis; for the surface electromyography data, the variables under study were subjected to analysis with trend adjustments for quantitative variables and paired t-test for comparison of measurements. It is concluded that there was a significant improvement in all evaluative tests in the upper limbs, however, in the lower limbs an evolution was observed only in the range of motion and in muscle electrical activation for the evaluative tests.

Keywords: Mirror Therapy. Stroke. Rehabilitation. Electromyography. Virtual Reality Glasses.

RESUMEN

Las secuelas de un ictus son numerosas y pueden derivar en hemiparesia o hemiplejía en un lado del cuerpo. Entre los tratamientos actuales para la intervención, la terapia de espejo es una propuesta que busca la reorganización de la corteza cerebral y la recuperación de la funcionalidad, además de reducir el dolor. Por lo tanto, el objetivo es desarrollar un método de entrenamiento/rehabilitación de extremidades mediante gafas de realidad virtual adaptadas para su uso con un teléfono inteligente, con el fin de aplicar la terapia de espejo de forma más independiente. Para la evaluación, se utilizaron el dinamómetro de agarre palmar, la escala Fugl-Meyer, el test Time Get Up And Go, el test de habilidades motoras para la extremidad superior y la electromiografía de superficie de las extremidades antes y después de la intervención terapéutica para evaluar la función motora y la fuerza muscular. En el análisis estadístico, se realizaron pruebas t de Student para parámetros normales y pruebas de Wilcoxon para parámetros anormales, donde se consideró un valor p de 0,05 para el rechazo de la hipótesis nula. Para los datos de electromiografía de superficie, las variables en estudio se analizaron con ajustes de tendencia para variables cuantitativas y una prueba t pareada para la comparación de mediciones. Se concluyó que hubo una mejoría significativa en todas las pruebas evaluativas en las extremidades superiores; sin embargo, en las extremidades inferiores, solo se observó una evolución en el rango de movimiento y en la activación eléctrica muscular para las pruebas evaluativas.

Palabras clave: Terapia de Espejo. Ictus. Rehabilitación. Electromiografía. Gafas de Realidad Virtual.

1 INTRODUÇÃO

No processo de recuperação pós-acidente vascular encefálico a intervenção terapêutica deve ser precoce, de maneira multidisciplinar e com a reabilitação associada a outros possíveis tratamentos como: medicamentos, órtese e cirurgia ortopédica. O tempo que o indivíduo irá demorar para ter acesso a terapia influenciará diretamente nos mecanismos da plasticidade cerebral desse indivíduo (Fong et al., 2021; Zúñiga et al., 2021; Franciulli et al., 2019; Romano et al., 2019). Por isso, a reabilitação precoce é essencial para minimizar a incapacidade e otimizar a funcionalidade e, dessa forma, a fisioterapia se torna indispensável para prevenir deformidades musculoesqueléticas, treinar a deambulação e aumentar a sensibilidade e força muscular (Fong et al., 2021, Vinstrup et al., 2016; Milde et al., 2015)

O uso da terapia-espelho é atualmente utilizada para fornecer uma resposta visual a fim de reduzir a dor e facilitar a reabilitação do membro afetado (Franciulli et al., 2019; Arya 2017). Quando a imagem corporal é baseada na percepção visual do movimento refletido, é considerado como uma estratégia de imaginação externa, criando assim um feedback extrínseco obtido pelo reflexo do membro (Romano et al., 2019; Zhang et al., 2018).

Acredita-se que a terapia-espelho pode contribuir para a recuperação de indivíduos pós-AVC, melhorando o equilíbrio inter-hemisférico com a ativação de neurônios-espelho, promovendo desta maneira a neuroplasticidade e reaprendizagem motora pós-acidente vascular encefálico, além de induzir a plasticidade no córtex motor contralateral ao membro observado (Fong et al., 2021; Woellner et al., 2015; Rajendran et al., 2021; Liu et al., 2017)

Diversos estudos indicam a terapia espelho como uma excelente terapia adjuvante à fisioterapia convencional (Zhang et al., 2018; Woellner et al., 2015; Liu et al., 2017; Egsgaard et al., 2011; Thieme et al., 2018). Porém, a literatura carece do uso da técnica da terapia-espelho com algum tipo de equipamento que permita diversos graus de liberdade e, conseqüentemente, movimentos em todos os planos e angulações sem sair da ilusão criada pelo reflexo do membro sadio.

Milde et al. (2015) criaram um par de óculos-espelho para a aplicação da técnica, contudo os resultados do seu uso em indivíduos com algum tipo de lesão, não foram divulgados.

Neste trabalho, óculos para realidade virtual foram adaptados para realizar a técnica de espelhamento neuronal em indivíduos de ambos os sexos pós- Acidente vascular encefálico.

2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo experimental de variável dependente onde a construção da pergunta problema foi levantada devido a técnica da terapia espelho ser utilizada atualmente apenas com a

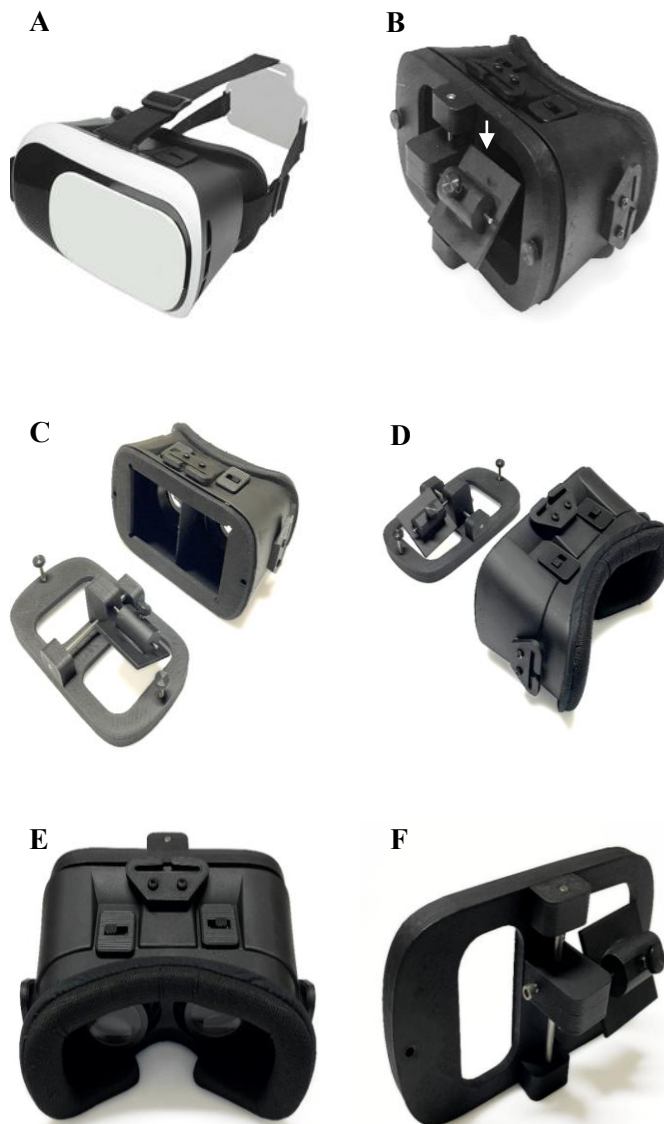
caixa espelho, objeto esse que limita muitas vezes o plano e a amplitude de movimento no momento do exercício. Então o estudo buscou responder a seguinte pergunta da pesquisa: A adaptação dos óculos de realidade virtual para realizar a técnica de espelhamento neuronal foi eficaz para reabilitação de paciente pós-Acidente vascular encefálico?

Foram selecionados pacientes com sequelas de acidente vascular encefálico, de ambos os sexos, com idade entre 50 e 75 anos, com diagnóstico fechado da doença e sem outra moléstia neurológica associada, com boa acuidade visual, cognição preservada e comprovada pelo Mini-exame do Estado Mental – Minimental. Foram excluídos da pesquisa indivíduos que estivessem fazendo tratamento fisioterapêutico, com instabilidade hemodinâmica, com deformidades que inviabilizaram a execução do protocolo de tratamento e indivíduos que faltaram ao tratamento mais de duas vezes.

Todos os indivíduos selecionados foram apresentados ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi desenvolvida no Hospital Universitário Barros Barreto onde o estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa local (85403318.5.0000.001). Foram selecionados inicialmente 206 indivíduos, e apenas 16 indivíduos foram enquadrados pelos critérios de inclusão/exclusão.

Os pacientes selecionados fizeram uma avaliação inicial de membros superiores e inferiores para verificar suas características antropométricas e clínicas individuais, onde foram avaliados a amplitude articular, tônus muscular e padrão postural através de uma ficha de avaliação própria. Para avaliação de força muscular nos membros superiores foi utilizado um dinamômetro de apreensão palmar e para avaliação nos membros inferiores foi utilizado o teste *Time Get Up And Go Test* (TGUG), onde é possível avaliar também a velocidade, agilidade e habilidade motora (Tosi e Romano, 2018; Ishihara e Kodaka, 2018). Para avaliar a habilidade motora nos membros superiores foi utilizado o Teste de Habilidade Motora para Membro Superior (THMMS) (Gandhi et al., 2020; Cherni Y, et al., 2017). Além disso, foi aplicada a escala Fugl-Meyer (FMA) para avaliar a função motora, coordenação, sensibilidade, movimento e dor articular dos membros superiores e inferiores (Nighoghossian, 2018; Thieme et al., 2019; Gandhi et al., 2020; Michaelsen et al., 2011). A eletromiografia de superfície foi utilizada nos músculos deltoides, extensores de punho, reto femoral e tibial anterior para mensurar a ativação muscular dos principais músculos afetados pelo acidente vascular encefálico. Os óculos de realidade virtual foram adaptados para aplicabilidade da técnica espelho com algumas mudanças em sua característica original (Figura 1).

Figura 1. Óculos de realidade virtual em seu aspecto original e suas adaptações para o uso do smartphone para a aplicabilidade da terapia espelho. A. Óculos em seu aspecto original. B. Imagem dos óculos de realidade virtual após as adaptações em sua parte frontal. C e D. Adaptação realizada na parte frontal dos óculos de realidade virtual para receber o smartphone. E. Parte interna dos óculos. F. Parte frontal dos óculos de realidade virtual com as adaptações na linha vertical e o espelho podendo rotacionar em até 360° graus.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

3 CONDUTA FISIOTERAPÊUTICA

Cada sessão de fisioterapia foi programada para uma hora de duração, sendo trinta minutos destinados ao membro superior e trinta minutos destinados ao membro inferior, utilizando os óculos de realidade virtual com o smartphone adaptado (Figura 1) para aplicação da terapia-espelho no período doze sessões, três vezes por semana. As sessões foram aplicadas de maneira evolutiva onde os exercícios para membro superior eram realizados com o indivíduo sentado em uma cadeira de frente para uma mesa e decorriam de levar objetos de um ponto a outro variando a distância,

tamanho, cor, textura e peso dos objetos, onde o fisioterapeuta dava um comando como: “Pegue a bola azul e leve até o ponto amarelo”. Para os membros inferiores foi realizado o alcance com as pontas dos pés em alvos marcados no chão com tamanho e cores diferentes onde se variava a distância, sequência e cores, onde o fisioterapeuta dava um comando como: “Leve a ponta do pé esquerda até o quadrado azul” e o indivíduo tinha que seguir o comando. Todos os exercícios foram realizados de maneira unimanual e bimanual com o auxílio e comando do fisioterapeuta, como por exemplo “Pegue a bolinha verde com a mão esquerda e coloque dentro do pote vermelho com a mão direita”.

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados da pesquisa foram avaliados a partir do teste de normalidade Shapiro-Wilk; para dados com distribuição de probabilidade normal foi utilizado o Teste T de Student (pareado) e o teste de Wilcoxon para dados não paramétricos com distribuição não normal, considerando-se o valor de $p < 0.05$ (probabilidade menor ou igual a 5%), onde indica que há uma pequena probabilidade de que a diferença observada entre os grupos seja ao acaso, então, você considera que há diferença significativa entre os grupos.

A comparação dos resultados foi realizada com os dados de antes do tratamento e após o tratamento do mesmo indivíduo sobre os parâmetros gerado pelo dinamômetro: medida de força de preensão palmar (kgf), Teste para Habilidade Motora para Membro Superior, avaliação da função do membro superior, *Time Get Up and Go* (avalia a força e função de membro inferior) e a Escala de Fugl-Meyer (avalia função motora, sensibilidade, movimento articular e dor articular dos membros superiores e inferiores).

Para os dados da eletromiografia de superfície, as variáveis em estudo foram submetidas à análise no software Rstudio (versão 4.1.1). A análise incluiu tabelas e gráficos *wavelets* com ajustes de tendência para as variáveis quantitativas e Teste T pareado para comparação das medições de eletromiografia. Utilizou-se também o modelo de regressão logística binária para avaliação da melhora do tratamento. Foi estipulado uma significância de 0.05, isto é, 5% para a avaliação das razões de chance das covariáveis em análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontradas melhoras relevantes em todas as articulações avaliadas, porém não em todos os movimentos. Movimentos de abdução de ombro, flexão de cotovelo, flexão e rotação externa de quadril, flexão de joelho, dorsiflexão e flexão plantar de tornozelo com melhoras significativas

($P < 0.05$) (Tabela 1). O teste de preensão palmar realizada com o dinamômetro mostra uma melhora considerável na força de preensão palmar de 12 kgf para 15 kgf, atingindo o valor de $p = 0.02$ com média e desvio padrão (DP) pré-intervenção de 12.3 ± 11.3 e pós-intervenção de 15.4 ± 12.8 .

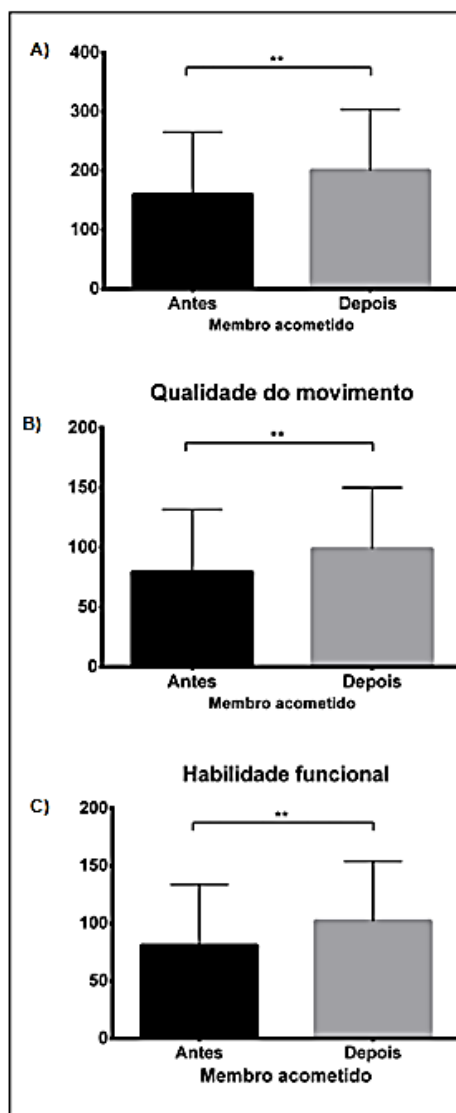
Tabela 1 – Amplitude de movimentos dos membros

Articulações	Movimentos	Média ± DP		p	Teste
		Antes	Depois		
Ombro	Flexão	124.4 ± 56.18	125.7 ± 56.98	0.9059	T de student
	Abdução	87.50 ± 36.34	112.8 ± 53.57	0.0587	T de student
Cotovelo	Flexão	108.4 ± 43.70	127.6 ± 21.35	0.0156	Wilcoxon
Quadril	Flexão	80.70 ± 30.88	92.40 ± 20.63	0.0313	Wilcoxon
	Abdução	28.00 ± 16.01	30.90 ± 14.43	0.1797	Wilcoxon
	Rotação interna	22.40 ± 15.59	24.80 ± 14.09	0.3072	T de student
	Rotação ext.	21.10 ± 11.24	26.50 ± 8.644	0.0171	T de student
Joelho	Flexão	82.00 ± 42.54	103.00 ± 21.42	0.0292	T de student
Tornozelo	Dorsiflexão	8.10 ± 6.02	14.50 ± 4.97	0.0156	Wilcoxon
	Flexão plantar	11.50 ± 8.59	18.10 ± 10.33	0.0038	T de student

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Para o teste de habilidade motora para o membro superior (THMMS), obtemos uma evolução expressiva nas habilidades motoras do membro superior acometido (FIGURA 2), comprovado através do teste de Wilcoxon para dados não pareados, atingindo um valor de $P < 0.002$ com média e desvio padrão (DP) pré-intervenção de 169.3 ± 104.9 e pós-intervenção de 200.9 ± 103.0 .

Figura 2. O gráfico mostra a avaliação do teste de habilidade motora para o membro superior (THMMS). A. Pontuação geral do teste no membro acometido. B. Pontuação relacionada apenas com a qualidade de movimento. C. Pontuação relacionada apenas com a habilidade funcional.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

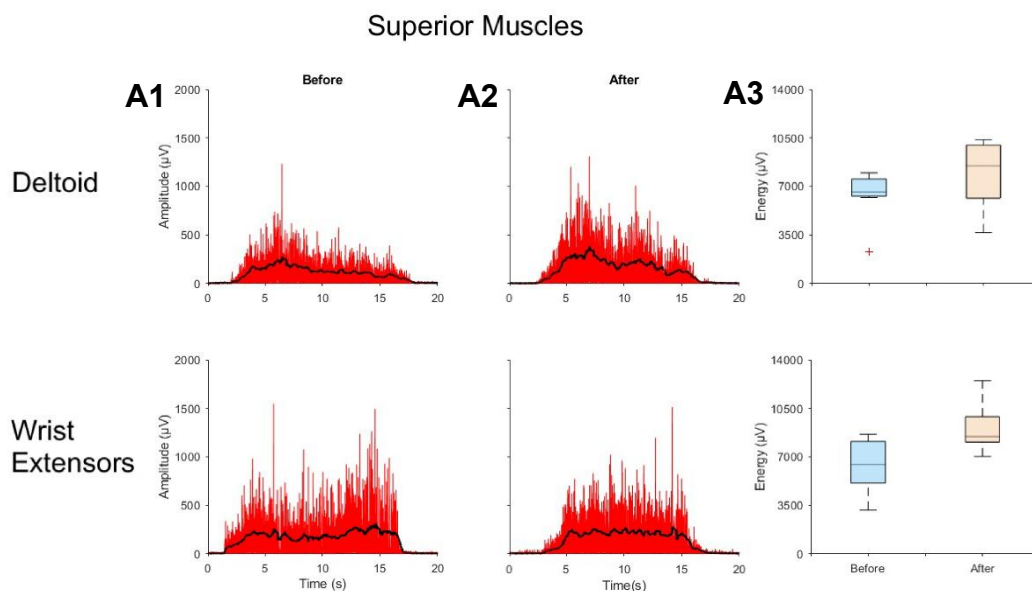
Para a escala de Fugl-Meyer, houve uma diferença significativa para a função motora ($P < 0.003$) e dor articular ($P < 0.03$) para o membro superior, todavia o membro inferior não apresentou uma melhora no desempenho pós-intervenção em nenhum dos itens avaliados pela escala ($P > 0.05$). No teste para avaliar a função motora e força de membro inferior (*Time Get Up And Go*) não foi relatada nenhuma melhora expressiva pós-intervenção, atingindo um valor de $P > 0.1$ com média e desvio padrão (DP) pré-intervenção de 18.0 ± 14.0 e pós-intervenção de 18.1 ± 11.4 .

Em seguida, avaliou-se a atividade elétrica muscular bilateralmente da contração voluntária máxima (CVM) e com três repetições do movimento, a fim de retirar a média nos movimentos dos músculos deltoide e extensores de punho para os membros superiores, e reto femoral e tibial anterior

para os membros inferiores. Por meio dos resultados da eletromiografia de superfície observou-se um aumento na atividade muscular extremamente significativa.

Para o músculo deltoide, observou-se um aumento significativo na ativação elétrica do músculo tanto na CVM ($P < 0.0002$) quanto nas três repetições de flexão de braço ($P < 0.0003$) do membro acometido (Figura 3). Para os músculos extensores de punho, a CVM gerou um p-valor sem significância ($P > 0.05$), e nas três repetições no movimento de extensão de punho, foi observado uma maior ativação elétrica muscular ($P < 0.05$) (Figura 3).

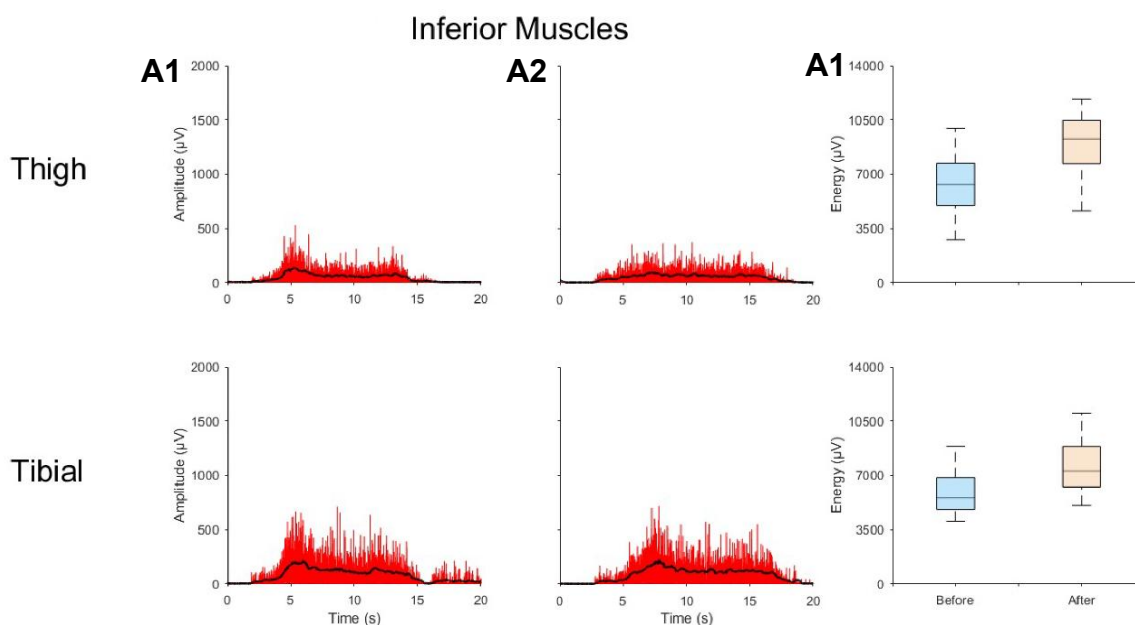
Figura 3. Representa as medições da eletromiografia de superfície dos músculos deltoide e dos extensores de punho, a linha preta é a curva de ajuste dos dados e mostra o comportamento médio, onde p-valores quando considerado 0,05 indica que a intervenção terapêutica teve um efeito significativo. A1, mensuração do hemisfério afetado antes do tratamento. A2, Mensuração do hemisfério afetado depois do tratamento. A3, Comparação da concentração de energia do sinal durante o movimento antes (azul) e após a intervenção terapêutica (vermelho).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Para os músculos do membro inferior, obteve-se uma ativação elétrica muscular significativa na CVM para o músculo reto femoral ($P < 0.003$), porém sem relevância para as três repetições seguintes de flexão de quadril ($P < 0.09$) (Figura 4). Todavia, para o músculo tibial anterior (que realiza a dorsiflexão do tornozelo), foram obtidos valores relevantes tanto para a CVM ($P < 0.0001$) quanto para as três repetições do movimento de dorsiflexão ($P < 0.002$) (Figura 4).

Figura 4. Representa as medições da eletromiografia de superfície dos músculos Reto femoral da coxa e do tibial anterior, a linha preta é a curva de ajuste dos dados e mostra o comportamento médio, onde p-valores quando considerado 0,05 indica que a intervenção terapêutica teve um efeito significativo. A1, mensuração do hemicorpo afetado antes do tratamento. A2, Mensuração do hemicorpo afetado depois do tratamento. A3, Comparação da concentração de energia do sinal durante o movimento antes (azul) e após a intervenção terapêutica (vermelho).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Foi analisado e comparado a relevância estatística de acordo com o sexo, tipo de AVC e Hemisfério acometido, onde para isso foi utilizado um modelo de regressão logística binária para avaliação da melhora do tratamento. Observou-se que houve uma melhora mais significativa em relação ao sexo feminino ($P < 0.0003$) e em relação ao AVC crônico ($P < 0.0000$). Porém sem significância quanto ao hemisfério acometido ($P < 0.09$).

Adaptamos o uso de uma técnica utilizada em ambientes com restrição de movimentos devido o material utilizado para a aplicabilidade da técnica ser inerte e não acompanhar os graus de liberdade da maioria dos movimentos (Woellner et al., 2015; Rajendran et al., 2021). Então, utilizando um óculos de realidade virtual e um smartphone, adaptamos o uso da técnica espelho para ser executada e assim facilitando o movimento, dando maior grau de liberdade de amplitude de movimento e isolando completamente o indivíduo no ambiente ilusório criado pelo “reflexo do espelho” no smartphone (Rajendran et al., 2021; Persch et al., 2018).

Primeiramente foram realizadas as escolhas dos testes avaliativos, na qual foram selecionados a escala de Fugl Meyer com predominância, por ser uma escala completa, onde avalia além da função motora a função sensitiva, além de ser muito utilizada em trabalhos publicados com pacientes de AVC e ter sua fidedignidade nos resultados relevantes e precisos em diversas pesquisas utilizando a técnica

da terapia-espelho (Nighoghossian, 2018; Thieme et al., 2019; Gandhi et al., 2020; Michaelsen et al., 2011; Woellner et al., 2015; Liu e Medina, 2017). Para se avaliar a evolução em atividades de vida diária (AVD's), utilizou-se o Teste de Habilidade Motora do Membro Superior, onde se verifica em diversas atividades a qualidade e habilidade de movimento para os membros superiores, pois avalia de maneira detalhada e específica todas as funções dos membros superiores de maneira isolada e em atividade em conjunto (Gandhi et al., 2020; Cherni et al., 2017). Assim como os braços, os membros inferiores também foram avaliados de maneira funcional específica com o teste *Time Up and Go* (TUGT), o qual foi escolhido por avaliar de maneira única a força, largura de passo, amplitude de movimento em relação ao tempo decorrido para o indivíduo leva para se deslocar de um ponto ao outro (Tosi e Romano, 2018; Ishihara e Kodaka, 2018).

A eletromiografia de superfície foi aplicada para avaliar a atividade elétrica da musculatura escolhida: extensores de punho e deltoide nos membros superiores e reto-femoral e tibial anterior de membros inferiores (Nighoghossian, 2015; Tosi e Romano, 2018; Arya et al., 2018; Crivelli et al., 2021). A escolha dessas musculaturas foi atribuída pelo padrão que um indivíduo apresenta após um AVC, que é de flexão para membros superiores e de extensão para membros inferiores (Fong et al., 2021; Zúñiga et al., 2021; Vinstrup et al., 2017). A taxa de amostragem foi de 2000hz e não foi possível realizar a filtragem do sinal com o passa-banda, pois o equipamento utilizado não possuía essa função, explicando porque em algumas coletas o sinal se mostrou aberrante, porém esse fato não interferiu no resultado final dos dados.

Nesta pesquisa, optou-se usar como referência de normalidade a análise comparativa do antes e o depois do mesmo indivíduo, respeitando assim a particularidade funcional de cada um e assim trazer resultados relevantes individualmente e fidedignos em grupo (Romano et al., 2021; Chancel et al., 2017).

Verificou-se que após o tratamento houve uma melhora considerável na função motora, ativação elétrica muscular, força muscular e amplitude de movimento mais acentuada nos membros superiores, enquanto os membros inferiores obtiveram apenas um resultado relevante na amplitude de movimento. Convém ressaltar que essa evolução discrepante dos membros superiores em comparação com os membros inferiores se explica pela tendência do indivíduo pós-acidente vascular encefálico estimular mais fortemente e de maneira precoce os membros inferiores, forçando a sua independência para se deslocar de um ponto a outro e assim restabelecendo os sinais e diminuindo a possibilidade de adquirir a paralisia aprendida nos membros inferiores, onde os neurônios sobreviventes ficam dormente ou com uma baixa atividade e, portanto, inativos, o que geralmente acontece nos membros superiores (Zúñiga et al., 2021; Woellner et al., 2015).

Até onde se sabe, este é o primeiro estudo na qual ocorre uma adaptação da técnica da terapia-espelho com o uso de um smartphone. Estudos anteriores adaptaram a caixa-espelho para o uso de um par de óculos-espelho, porém não houve aplicabilidade ou validação do mesmo em pessoas acometidas pelo AVC ou por outra patologia (Michaelsen et al, 2011).

O uso dos óculos de realidade virtual, juntamente com o smartphone, é um recurso no qual pode ser explorado de diversas maneiras, pois essa junção permite a aplicação da terapia tanto no ambiente real quanto no virtual, como no estudo de Diers et al., (2015) que usou uma caixa-espelho virtual e ativou com maior potência os córtex motor e sensorial. O uso de outros estímulos sensitivos em paralelo poderia potencializar e fazer o indivíduo mergulhar mais profundamente na ilusão criada, como fez o estudo de Lin et al., (2014) que associou uma luva de malha com o uso da aplicação da terapia-espelho e obteve melhores resultados na destreza manual, força de preensão e capacidade funcional.

Um problema em potencial desta pesquisa foi a evasão dos pacientes que ocorreram no decorrer do estudo, restando ao final da pesquisa onze indivíduos. Porém, em outros estudos publicados, onde o paciente é mais autônomo e se tem uma avaliação pré e pós-tratamento com a terapia-espelho, se tem um número de indivíduos relativamente próximo ao desta pesquisa, então acredita-se que o número da amostra desse estudo foi totalmente relevante e com resultados confiáveis (Zúñiga et al., 2021; Rajendran et al., 2021; Persch et al., 2018; Giroux et al., 2018; Carregosa et al. 2017; Chancel et al., 2017).

Um dado interessante desse estudo foi que o uso da terapia-espelho com os óculos de realidade virtual e o smartphone, é que absolutamente todos os pacientes relataram diversas perturbações sinestésicas nos membros lesionados e sadios, tais como calafrios, sensação de água escorrendo, sensações térmicas, agulhadas e formigamentos. Essas sensações podem ser explicadas como sinais interferentes no membro lesionado estivessem diminuindo e acontecendo de maneira paralela uma nova representação cerebral funcional (Fong et al., 2021; Zúñiga et al., 2021; Chancel et al., 2017; Liu e Medina, 2017; Egsgaard et al., 2011; Thieme et al., 2018;). Contrariamente ao que muitos estudos relatam, que a intervenção de maneira precoce teria uma melhora mais acentuada quando comparada com indivíduos de AVC crônico, neste estudo mostrou-se que pacientes com AVC crônico e também do sexo feminino tiveram uma recuperação mais acentuada que os indivíduos com AVC agudo e do sexo masculino (Liu e Medina, 2017; Diers et al., 2015; Lin et al., 2014).

Uma perspectiva promissora seria investigar de maneira mais profunda como a terapia-espelho age no sistema somatossensorial e quais os melhores estímulos para se ativar essa região, pois sabendo a particularidade de ativação do sinal de cada área ativada pela terapia-espelho seria

possível restabelecer os sinais de maneira mais específica e rápida em indivíduos com AVC localizados em certas regiões do encéfalo (Fong et al.,2021; Vinstrup et al., 2017; Milde et al., 2015; Arya, 2016; Giroux et al., 2018; Pérez-Cruzado et al., 2017; Brito et al., 2011; Chae et al., 2003).

Outro ponto importante é que a utilização do smartphone para aplicar a terapia-espelho pode trazer diversas opções de aplicabilidade no futuro, tais como criar aplicativos para o uso da técnica, tornar a técnica autoaplicável, melhorar a acessibilidade da técnica aos profissionais e aos pacientes, dentre outros benefícios.

6 CONCLUSÃO

Adaptou-se uma técnica atualmente usada de maneira limitada e geralmente usada em apenas um plano de ação. Utilizaram-se equipamentos que possam ser acessíveis, populares e cada vez mais sendo usados de maneira pessoal, como o smartphone, tornando assim a aplicação da técnica mais interativa para o paciente e para o profissional fisioterapeuta. Dentre os resultados, foram observados uma evolução mais acentuada nos membros superiores do que nos membros inferiores e em pacientes com o quadro crônico de AVC do sexo feminino.

REFERÊNCIAS

- Arya K, Pandian S, Puri V. Mirror Illusion for Sensori-Motor Training in Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.07.012>
- Arya KN. Underlying neural mechanisms of mirror therapy: implications for motor rehabilitation in stroke. *Neurol India* 2016;64:38-44. 10.4103/0028-3886.173622
- Brito R., Lins L., Almeida C., et al.. Specific Functional Assessments For Stroke. *RevNeurocienc* 2013;21(4):593-599. doi: 10.4181/RNC.2013.21.850.7p
- Carregosa A., Santos L., Masruha M. et al.. Virtual Rehabilitation through Nintendo Wii in Poststroke Patients: Follow-Up. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.029>
- Chae J, Labatia I, Yang G: Upper limb motor function in hemiparesis: Concurrent validity of the arm motor ability test. *Am J PhysMedRehabil* 2003;82:1–8. 10.1097/00002060-200301000-00001
- Chancel M, Kavounoudias A, Guerraz M. What's Left Of the mirror illusion when the mirror can no longer be seen? Bilateral integration of proprioceptive afferents!. *Neuroscience*. 2017 Oct 24; 362:118–26. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.08.036> PMID: 28843995
- Cherni Y, et al. Use of electromyography to optimize Lokomat® settings for subject-specific gait rehabilitation in post-stroke hemiparetic patients: A proof-of-concept study. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucli.2017.01.008>
- Crivelli D, Polimeni E, Crotti D, Bottini G, Salvato G. Bilateral skin temperature drop and warm sensibility decrease following modulation of body part ownership through mirror-box illusion. *Córtex*. Volume 135, February 2021, Pages 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.11.015>
- Diers M, Kamping S, Kirsch P, Rance M, Bekrater-Bodmann R, Foell J, et al. Illusion-related brain activations: A new virtual reality mirror box system for use during functional magnetic resonance imaging. *Brain Research* 1594; 173–182. (2015) doi: 10.1016/j.brainres.2014.11.001 PMID: 254464533.770882
- Egsgaard L., Petrini L., Christoffersen G., Nielsen I. Cortical responses to the mirror box illusion: a high-resolution EEG study. *Exp Brain Res* (2011) 215:345–357 DOI 10.1007/s00221-011-2902-x
- Fong K, Ting K, Zhang J, Yau C, Li L. Event-Related Desynchronization During Mirror Visual Feedback: A Comparison of Older Adults And People After Stroke. *Front. Hum. Neurosci.* 2021. *Neurosci.* 15:629592. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.629592>.
- Franciulli P., Bigongiari A., Grilletti J., et al.. The effect of aquatic and treadmill exercise in individuals with chronic stroke. *FisioterPesqui.* 2019;26(4):353-359. DOI: 10.1590/1809-2950/17027326042019
- Gandhi D, Sterba A, Khatter H, Pandian J. Mirror Therapy in Stroke Rehabilitation: Current Perspectives. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. 2020;16 75–85.
<http://doi.org/10.2147/TCRM.S206883>.

Giroux M, Barra J, Zrelli I, Barraud P, Cian C, Guerraz M. The respective contributions of visual and proprioceptive afferents othemirrorillusion in virtual reality. PLOS ONE | August 30, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203086>.

Ishihara Y, Kodaka K. Vision-Driven Kinesthetic Illusion in Mirror Visual Feedback. *i-Perception* 2018 Vol. 9(3), 1–11. DOI: 10.1177/2041669518782994.

Lin KC, Huang PC, Chen YT, Wu CY, Huang WL. Combining Afferent Stimulation And Mirror Therapy for rehabilitating motor function, motor control, ambulation, and daily functions after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2014;28(2):153–162. doi:10.1177/1545968313508468

Liu, Y., Medina, J., Influence of the Body Schema on Multisensory Integration: Evidência da ilusão da caixa do espelho. 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04797-0>.

Michaelsen S., Rocha A., Knabben R., et al. Translation, adaptation and inter-rater reliability of the administration manual for the Fugl-Meyer assessment. *Rev Bras Fisioter, São Carlos*, v. 15, n. 1, p. 80-8, jan./fev. 2011. 10.1590/S1413-35552011000100013.

Milde C, Rance M, Kirsch P, Trojan J, Fuchs X, Foell J, et al. Do mirror glasses have the same effect on brain activity as a mirror box? Evidence from a functional magnetic resonance imaging study with healthy subjects. *PLoS One* 2015;10:e0127694.

Nighoghossian N. Potential of Mirror Rehabilitation Therapy in Stroke Outcome. *Neuroscience*. 390 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.07.013>

Pérez-Cruzado D, Merchán-Baeza JA, González-Sánchez M, Cuesta-Vargas AI. Systematic review of mirror therapy compared with conventional rehabilitation in upper extremity function in stroke survivors. *Aust Occup Ther J*. 2017;64(2):91–112. <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12342>

Persch A., Wagner A., Fleming M., et al.. Ohio Modified Arm–Motor Ability Test (OMAAAT): An Optimized Measure of Upper Extremity Functional Limitation in Hemiparetic Stroke. *The American Journal of Occupational Therapy*, 2018, Vol. 72(4), <https://doi.org/10.5014/ajot.2018.025445>

Rajendran V, Jeevanantham D, Larivière C, Singh R, et al. Effectiveness of self-administered mirror therapy on upper extremity impairment and function of acute stroke patients: study protocol. *Trials* (2021) 22:439 <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05380-9>

Romano D, Tosi G, Gobetto V, et al. Back in control of intentional action: Improvement of ideomotor apraxia by mirror box treatment. *Neuropsychologia* 160 (2021) 107964. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107964>

Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, et al. Terapia de espelho para melhorar a função motora após o acidente vascular cerebral. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018; 7 (7): CD008449. Publicado em 11 de julho de 2018. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008449.pub3>.

Thieme, H., Morkisch, N., Mehrholz, J., Pohl, M., Behrens, J., Borgetto, B., Dohle, C.. Mirror therapy for improving motor function after stroke: update of a Cochrane review. *Stroke* 50 (2), e26–e27. 2019. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.023092>.

Tosi, G., Romano, D., Maravita, A.. Mirror box training in hemiplegic stroke patient saffects body representation. *Front. Hum. Neurosci.* 11 (2018), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00617>.

Vinstrup J., Calatayud J., Jakobsen M., et al.. Hand strengthening exercises in chronic stroke patients: Dose-response evaluation using electromyography. *Journal of Hand Therapy journal* 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2017.01.004>.

Woellner D., Araujo A., Heiss F., et al.. Balance tests in patients with hemiparesis after stroke. *Neurociências • Ano 2015 • Volume 11 • Nº 1*.

Zhang, J. J. Q., Fong, K. N. K., Welage, N., and Liu, K. P. Y. (2018). The activation of the mirror neuron system during action observation and action execution with mirror visual feedback in stroke: a systematic review. *Neural Plast.* 2018:2321045. doi: 10.1155/2018/2321045

Zúñiga R., Leciñana M., Díez A., et al.. A New Software for Quantifying Motor Deficit After Stroke: A Case–Control Feasibility Pilot Study. *Front. Neurol.*, 11 February 2021 | <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.603619>