



Universidade de Brasília

Faculdade de Ciências da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

Doutorado em Ciências da Saúde

**“EFEITOS DA IMAGEM MENTAL NA REABILITAÇÃO DA
FUNÇÃO MOTORA DO MEMBRO SUPERIOR NA
HEMIPLEGIA APÓS-ACIDENTE VASCULAR
ENCEFÁLICO”**

Por:

Profª Msc. Claudia M. Trevisan

Orientador:

Professor Doutor Riccardo Pratesi

Brasília – DF

Novembro, 2007

Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Doutorado em Ciências da Saúde

**“Efeitos da Imagem Mental na Reabilitação da Função Motora
do Membro Superior na Hemiplegia Após-Acidente Vascular
Encefálico”**

Por:

Claudia M. Trevisan

Orientador:

Professor Doutor Riccardo Pratesi

**Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Saúde,
Universidade de Brasília –
UnB, como parte dos
requisitos para obtenção de
título de Doutor.**

Brasília – DF

Novembro, 2007.

Dedicatória

Dedico a todas as pessoas com seqüelas de Acidente Cerebrovascular, patologia debilitante em função das conseqüências... quase sempre irreversíveis... pela perda da “normalidade”, pela exclusão social decorrente de seu comprometimento neurofuncional.

Brasília – DF

Novembro, 2007.

Agradecimentos

- Ao **Prof. Dr. Riccardo Pratesi** pelo constante incentivo e exemplo profissional, pautado na competência, paciência e equilíbrio em todos os momentos difíceis encontrados, mas com sua postura ética, objetividade e brilhantismo sempre me trouxeram durante todo o percurso a clareza, segurança e convicção de estar realmente no caminho certo. Ao Mestre com Carinho toda a minha gratidão!
- Ao **Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz** pelo seu espírito acadêmico desbravador, permitindo que ao transpor fronteiras acadêmicas a formação de novos grupos de pesquisadores brasileiros possa vir a se tornar uma realidade. Obrigada Grande Mestre!
- Aos **Professores do Programa de Qualificação Institucional** e à **CAPES**;
- Aos **Prof. Dr. Carlos Bolli Mota, Prof. Dr. Luis Felipe Dias Lopes, Prof. Dr. Jesus Hayeghert, Prof. Dr. Luis Osório Cruz Portella** pelo apoio científico e técnico nesta jornada. Meu muito obrigada!
- Aos **amigos do coração** pelo apoio em todas as horas, em especial, a grande Prof^a Esp. **Rosana Marin**. Muito obrigada!
- À minha fiel amiga, “irmã de coração” e colega **Maria Elaine Trevisan** pelas atitudes de carinho e companheirismo que nunca conseguirei agradecer com palavras e gestos. A você todo o carinho, a amizade e minha eterna gratidão!

- Às minhas alunas e amigas, **Gracieli DePonti, Juliana Soares, Patrícia Gomes, Priscila Weber e, ao amigo Amon Souza** pela grande força e ajuda na coleta dos dados de forma incansável e com muito carinho e respeito. Obrigada por acreditarem em meu projeto e fazerem parte dele apesar de todas as dificuldades encontradas.
- As colegas do Programa de Qualificação Interinstitucional **Profª Msc. Ana Lucia C. Prado, Profª Drª. Elhane Glass Morari Cassol, Profª Drª Maria Salete Vogt, Profª Drª Marisa P. Gonçalves e Profª Msc. Nara Mª S. Ferraz** e aos demais colegas e funcionários do Depto. de Fisioterapia e Reabilitação. Meu muito obrigada!
- Aos meus filhos amados **GABRIELA E GUILHERME** por todo o tempo que lhes foi privado, pelas incansáveis horas de estudo em que tive que permanecer à distância, mas sempre com vocês no coração. Saibam que este “nosso” projeto aconteceu principalmente devido a vocês, que me ensinarem que não fui eu quem deu a luz a vocês, mas sim vocês que me deram a luz da vida!
- Agradeço a meus pais **GIANFRANCO TREVISAN (in memoriam) e MARIA LÚCIA MORAIS TREVISAN**, pela graça de terem me dado à dádiva maior: **A VIDA**, me ensinado a LUTAR para ser “alguém”. Ainda aos meus irmãos **Isabella, Aline, Gianfranco Jr. e Daniela**, aos sobrinhos **Camilla, Martin, Giancarlo, Antônia, Francisco e Armando** e cunhados **Alaor, Rita e Leonardo**, obrigada por terem estado sempre ao meu lado, me incentivando a crescer e me apoiando nas horas difíceis...

ÍNDICE

Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Índice.....	iv
Lista de Anexos.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Quadros.....	ix
Resumo.....	x
Summary.....	xii
1. Introdução.....	1
1.1. Reabilitação no Acidente Vascular Encefálico.....	5
1.2. Imagem mental.....	8
1.2.1. Imagem mental na reabilitação do AVE.....	13
1.3. Contribuições de Ramachandran para o entendimento da recuperação funcional em neuroreabilitação,.....	16
1.4. Avaliação funcional dos movimentos do membro superior.....	24
1.5. Objetivos.....	28
1.5.1. Objetivo geral.....	28
1.5.2. Objetivos específicos.....	28
1.5.3. Hipóteses.....	29
1.6. Justificativa.....	29
2. Materiais e procedimentos.....	33
2.1. Local do estudo.....	33
2.2. Delineamento do estudo.....	33
2.3. Aspectos éticos.....	33
2.4. Sujeitos.....	34
2.5. Critérios de inclusão.....	34

2.6. Critérios de exclusão.....	35
2.7. Avaliação fisioterápica.....	35
2.8. Coleta dos dados.....	35
2.9. O ambiente experimental e as tarefas de alcance e preensão.....	37
2.10. Protocolo de intervenção.....	41
2.10.1. Instruções para aplicação do protocolo de intervenção.....	43
3. Resultados.....	45
3.1. Análise estatística.....	47
3.2. Comparação entre os grupos.....	47
3.3. Análise da hipótese experimental.....	48
3.3.1. Comparação da resposta da extremidade hemiplégica à REVE no grupo experimental, nas variáveis angular e temporal, com o grupo controle, nas diferentes tarefas e períodos.....	52
3.3.2. Comparação da resposta da extremidade hemiplégica no grupo experimental à REVE, nas variáveis angular e temporal, nas diferentes tarefas e entre os períodos.....	53
3.3.2.1 Comparação entre os períodos: pré-teste x pós-teste 1 x medida adicional (pós-teste 2); pós-teste 1 x pré-teste e, pós-teste 2 x pré-teste.....	56
3.3.2.2. Comparação da resposta da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica do grupo experimental à REVE, nas variáveis angular e temporal, nas diferentes tarefas e períodos.....	57
4. Discussão.....	63
5. Conclusão.....	84
6. Referências Bibliográficas.....	85
7. Anexos.....	106

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	107
ANEXO B.	Protocolo do Mini-Mental Status Examination.....	110
ANEXO C.	Escala Modificada de Ashworth.....	111
ANEXO D.	Escala visual analógica da dor.....	112
ANEXO E.	Protocolo de desempenho físico de Fugl-Meyer.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Sensações do membro fantasma podem ser evocadas tocando-se a face (De Ramachandranm, 1993).....	18
Figure 2.	Ambiente experimental mostrando o posicionamento das câmeras e sistema de calibração.....	38
Figura 3.	Sinal de sincronismo na aquisição das coordenadas do movimento na execução da tarefa, retirado do Sistema Peak Performance.....	39
Figura 4.	Posicionamento do paciente com os marcadores reflexivos para execução da tarefa, retirado do Sistema Peak Performance.....	40
Figura 5.	Ângulos projetados no plano tridimensional e modelo espacial extraído Sistema Peak Performance.....	41
Figura 6.	Ambiente experimental mostrando o posicionamento do paciente com os marcadores reflexivos e das câmeras	42
Figura 7.	Posicionamento do paciente em relação ao espelho, visualizando o reflexo do movimento da extremidade não-hemiplégica como se fosse a extremidade hemiplégica se movimentando livremente no espaço.....	44
Figura 8.	Variação angular no ciclo de eventos do ombro afetado e não afetado do sujeito cinco, grupo experimental, executando a tarefa 1(alcance do alvo), pré e pós REVE, após equiparação dos resultados pelo IDL.....	55
Figura 9.	Representação da redução na variabilidade dos dados em torno da média ± 1 desvio padrão do tempo em segundos, na execução do alcance ao alvo, tarefa 1, pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.....	59
Figura 10.	Representação da redução na variabilidade dos dados, em torno da média ± 1 desvio padrão, do tempo em segundos na execução do alcance do alvo e levar a mão à boca (T2), pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.....	60
Figura 11.	Representação da redução na variabilidade dos dados, em torno da média ± 1 desvio padrão, do tempo em segundos ao levar a mão acima da cabeça (T3), executada pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.....	61
Figura 12.	Representação da redução na variabilidade dos dados, em torno da média ± 1 desvio padrão, do tempo em segundos, ao segurar o objeto levando-o à boca (T4), executada pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição do grupo experimental e do grupo controle em relação aos dados demográficos.....	49
Tabela 2	Resultados da função sensorial, no teste de Fugl-Meyer, na extremidade hemiplégica no grupo experimental e grupo controle no pré-teste	50
Tabela 3	Comparação dos resultados da variável angular da extremidade hemiplégica entre o grupo controle e o grupo experimental antes e após a REVE.....	54
Tabela 4	Comparação dos resultados da variável temporal da extremidade hemiplégica no grupo experimental submetido à REVE, nos diferentes períodos e tarefas.....	57
Tabela 5	Comparação dos resultados da variável temporal da extremidade hemiplégica no grupo experimental submetido à REVE, nas tarefas e nos períodos pré-teste e pós-teste 1 e pré-teste e pós-teste 2.	57
Tabela 6	Comparação dos resultados da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica dos dez sujeitos do grupo experimental, na variável angular, em relação às tarefas, aos eventos e aos períodos.....	63
Tabela 7	Comparação dos resultados da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica dos dez sujeitos do grupo experimental, na variável temporal, em relação às tarefas, aos eventos e aos períodos.....	64

LISTA DE QUADRO

Quadro 1.	Representação das tarefas realizadas pelo grupo experimental e pelo grupo controle antes (pré-teste) e pós-REVE (pós-teste 1) e na avaliação adicional após um mês (pós-teste 2).....	51
-----------	---	----

Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da imagem mental em resposta ao estímulo visual em espelho na reabilitação da função motora do membro superior na hemiplegia, em fase crônica, por seqüela de acidente vascular encefálico. Foram selecionados, vinte voluntários, de maneira randômica simples, na faixa etária entre 40 e 60 anos, de ambos os sexos, que freqüentavam serviços de reabilitação comunitários da cidade de Santa Maria/RS. Os critérios de inclusão foram um único AVC, isquêmico ou hemorrágico, mínimo de seis meses entre o *ictus* e sua inclusão no estudo, comprovado por tomografia computadorizada ou ressonância magnética, com comprometimento dimidiado, predominante em um dos membros superiores, sem história de lesões prévias; sem déficits cognitivos, idades entre 40 e 60 anos; grau de espasticidade no máximo "2" e limiar de dor no máximo 04 no membro afetado. Foi realizada avaliação cinemática dos movimentos de membro superior, antes e após quatro semanas de terapia com o uso de espelho, quantificando ângulos de movimentação articular e tempos, em tarefas de alcance e preensão, utilizando-se o sistema automatizado de vídeo *Peak PerformanceTM*. Não foram observadas diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis, na avaliação das variáveis angulares e temporais, entre o grupo experimental, após uso de terapia por estímulo visual do espelho e o grupo controle. A comparação entre a extremidade hemiplégica e não-hemiplégica, em resposta ao estímulo visual do espelho, evidenciou diferença significativa, ($p > 0,05$) pelo teste de Wilcoxon na variável temporal em todas as tarefas, com manutenção de resultados estáveis pelo período de um mês. Na variável angular, foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Wilcoxon, em partes do movimento da extremidade hemiplégica, na execução da tarefa de menor complexidade. Concluímos que a resposta ao estímulo visual do espelho foi capaz de modificar a resposta funcional do membro superior na hemiplegia crônica.

Palavras-chave: biomecânica, acidente vascular encefálico, hemiplegia, reabilitação.

Summary

The goal of this study was to investigate the effects of mental imagery in response to mirror therapy in rehabilitation of the motor function in the upper extremity in hemiplegia by stroke. Twenty volunteers both sexes were selected, by simple random, from communitary services via advertisements and physician referral of the city of Santa Maria/RS. The inclusion criteria were a single stroke, ischemic or hemorrhagic, at least 06 months post-stroke proved by evidenced by computed tomography or magnetic resonance, an obvious motor deficit of one upper limb, without cognitive deficits, ages between 40 and 60 years; maximum degree of spasticity 2 (Ashworth scale) and pain at most 04 in the hemiplegic upper extremity. All patients signed a term. A kinematic evaluation of the movements of the hemiplegic and nonhemiplegic upper extremity, 04 weeks before and after the application of the mirror therapy, quantifying articular movement angles and times, in reaching and grasping tasks, using the automatic *Peak Performance*TM video system. No significant differences were found in assessment of temporal and angular variables between the experimental group, after use mirror therapy and the control group ($p < 0,05$) by Kruskal-Wallis test. The comparison between the hemiplegic and nonhemiplegic upper extremity in response to the mirror therapy, showed significant differences in the variable time in all tasks ($p > 0,05$) by Wilcoxon test. The improvements over remained stable over one month period. Statically significant was found in angular variable but not all movements only in small complexity task. The present study suggests that rehabilitation with mirror visual feedback is an effective method for the recovery of the paretic limb post-stroke accident, even in a chronic phase.

Keywords: biomechanics, stroke, hemiplegia, rehabilitation

1. INTRODUÇÃO

As doenças cerebrovasculares são a terceira causa mais comum de óbito em países em desenvolvimento, sendo precedidas somente pelas doenças cardiovasculares e neoplasias (Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares, 2001; Caneda *et al.*, 2006). A incidência dessas doenças no mundo foi estimada em 300 casos a cada 100.000 pessoas com idades entre 45 e 84 anos, existindo discreta predominância em homens (Yamashita *et al.*, 2004).

As doenças do aparelho circulatório constituem a primeira causa de morte no país, com 34% das ocorrências. Os dados de mortalidade, por grupo de causas e idade, permitem verificar que, na saúde da população adulta (15-60 anos), a distribuição por subgrupos de idade mostra participação importante das doenças do aparelho circulatório, nos estratos 30-39 anos (16%), 40-49 anos (30%), 50-59 anos (39%) e 60-69 anos (47%) (Conferência Pan-americana de Saúde, 1998). Outros estudos corroboram esses achados, inclusive estatísticas recentes apontam que, no Brasil, as doenças cerebrovasculares são a primeira causa de óbito, embora esse dado seja discutível devido ao fato de os atestados de óbito geralmente serem pouco específicos quanto ao tipo de doença cerebrovascular, sendo comumente apontada, como *causa mortis*, acidente vascular agudo mal definido, de acordo com código 436 da 9ª Classificação Internacional de Doenças e Causas de Morte (Lessa, 1999). Quando há especificação do diagnóstico, a hemorragia intracerebral e a isquemia por trombose são os tipos mais freqüentemente

encontrados em estudos brasileiros (Cabral *et al.*, 1997; Cabral *et al.*, 1986; Lotufo e Lolio, 1993; Lessa e Bastos 1983).

As estratégias terapêuticas, em casos de acidente vascular encefálico (AVE), nos últimos anos, são baseadas em novas terapêuticas medicamentosas para a fase aguda. Essas terapêuticas visam a limitar a progressão da lesão e prevenir sua recorrência (Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares, 2001; Caneda *et al.*, 2007). Até a década de 80, os cuidados limitavam-se às medidas de suporte clínico e à reabilitação (Yamashita *et al.*, 2004). A evolução do AVE é extremamente variável e compromete, em geral, a habilidade para executar as atividades da vida diária, com diminuição da qualidade de vida e seqüela motoras, as quais são causa importante do impacto da incapacidade relacionada ao AVE. As doenças vasculares encefálicas representam também a segunda causa de síndromes demenciais. Essas são acompanhadas, com frequência, de alterações de memória, de raciocínio e de atenção. Alterações comportamentais, da fala e depressão, igualmente são seqüelas do AVE e resultam em graus variáveis de dependência do paciente (Lima e Kaihama, 2001, Mercier *et al.*, 2003). Em todos os casos, a expectativa de vida torna-se significativamente reduzida, e existe aumento do risco de recorrência de eventos cerebrovasculares (Page *et al.*, 2004).

É consenso, há mais de meio século, que a remodelação das conexões neuronais e mapas corticais podem ocorrer, constantemente, pelas experiências vivenciadas (Graham e Sherrigton apud Ramachandran, 2005). Esse fato pode ser constatado em pesquisa básica. Muitos estudos demonstraram plasticidade anatômica e química no córtex cerebral de animais

adultos (Johanson, 2000). A partir de investigações efetuadas em animais, ficou comprovado que a lesão de nervo periférico, por exemplo, subsequente à amputação de dedos, causa mudanças no córtex primário somatossensorial (S1), mesmo em organismos adultos (Merzenich *et al.*, 1984; Pons *et al.*, 1991). Pons *et al.* (1991) observaram que macacos adultos que há doze anos haviam sido submetidos à desafferentação do membro superior exibiam maciça reorganização de uma área cortical, aproximadamente um a dois cm correspondente ao membro desafferentado. Tal reorganização cortical propiciou que estímulos da face ativassem uma área de S1 que previamente representava o dedo, a área ventral da mão, o membro superior e o pescoço. Existia uma correspondência ponto a ponto entre a estimulação individual de locais na face e a atividade correspondente na área cortical da representação da mão ou do membro superior.

As conseqüências comportamentais dessa reorganização, no cérebro de humanos adultos, foram estudadas por Ramachandran *et al.* (1992,1993). Esses estudiosos evidenciaram que pacientes com amputação unilateral do membro superior, da mão, ou com lesões de plexo braquial, apresentavam surpreendente reorganização em áreas sensoriais. Os resultados demonstraram que sensações fantasma eram desencadeadas secundariamente à estimulação tátil não dolorosa do coto do membro amputado, bem como da região inferior da face ipsilateral da amputação, existindo um mapa sistemático, ponto a ponto, entre regiões específicas sobre a face, correspondendo a dedos individuais (por exemplo, da bochecha para o polegar).

A interação entre a pesquisa básica e aplicada, assim como o conhecimento ampliado dos eventos moleculares e neurofisiológicos pós-isquemia, viabilizaram e ampliaram possibilidades futuras das estratégias de reabilitação baseadas nos princípios neurobiológicos, favorecendo sua efetivação (Johanson, 2000).

A recuperação neurológica e funcional, após a AVE, ocorre principalmente durante os seis primeiros meses (Ernest, 1990). Esse dado corrobora resultados do estudo de Copenhague (Jørgensen *et al.*, 1995), os quais indicam que uma evolução no quadro funcional, após os cinco meses, não deve ser esperada com a maior parte da recuperação acontecendo nas primeiras seis semanas. O tempo necessário, para a recuperação neurológica e funcional, está fortemente relacionado à severidade inicial do AVE, com a recuperação neurológica antecedendo a funcional, esse tempo é de, em média, duas semanas (Jørgensen *et al.*, 1995).

Na hemiplegia típica, os sujeitos demonstram espasticidade, fraqueza muscular e deficiência permanente na coordenação do movimento. Tal incoordenação ocorre, em parte, devido ao fato de que a circuitaria neural responsável pela mediação de uma intenção de ação e/ou uma execução da ação não se encontra intacta. Isso é conseqüência tanto da lesão cerebral, quanto do desuso imediato das partes envolvidas, ainda que esse último seja secundário (Stevens e Stoykov, 2003). A reabilitação motora, no caso de pacientes com hemiplegia, é tradicionalmente iniciada semanas após o AVE, com exercícios terapêuticos baseados na reeducação neuromuscular (Bobath, 1990; Carr e Shepherd, 1988; Davies, 1985), porém a eficácia das técnicas tradicionais de reabilitação motora, na recuperação no AVE, tem se mostrado

heterogênea e não tem sido suportada em estudos controlados randomizados (Page *et al.*, 2004).

Existe uma grande demanda para melhora no desempenho físico e aquisição de habilidades motoras nos pacientes com seqüelas pós-AVE. Muitos indivíduos recuperam a deambulação independente, no entanto, falham na recuperação do uso funcional do membro superior (Barreca *et al.*, 2003). Esse fato constitui-se no mais incapacitante efeito do AVE, sendo uma das mais prevalentes condições tratadas na fisioterapia e na terapia ocupacional (Page *et al.*, 2001).

1.1 Reabilitação do membro superior pós Acidente Vascular Encefálico

Aproximadamente 30% a 60% dos sobreviventes de um AVE relatam persistente comprometimento nos movimentos da extremidade superior. Esses afirmam ser incapazes de utilizar seu membro superior afetado em atividades da vida diária (van der Lee *et al.*, 1999).

Vários tratamentos terapêuticos estão disponíveis para a reabilitação do AVE. As estratégias de reabilitação tradicional, como o conceito neuroevolutivo (Bobath, 1990), a facilitação neuromuscular proprioceptiva (Adler *et al.*, 2007) e a reaprendizagem motora (Carr e Shepherd, 1988; 2008) têm sido utilizadas há muitos anos. As referidas intervenções buscam resolver a incompatibilidade do comprometimento motor da extremidade hemiplégica, a função motora e a inabilidade nas atividades de vida diária, pelo uso do comportamento repetitivo, na esperança de que a repetição da prática física influencie a atividade motora. Isso pode permitir que movimentos mais suaves e controlados aconteçam,

atuando como modelos para o cérebro utilizar no reestabelecimento da circuitaria neural que media os movimentos voluntários. Uma das desvantagens dessa abordagem consiste no fato de que a recuperação torna-se dependente do desempenho do membro superior parético (Stevens e Stoykov, 2003). Contudo, poucas dessas intervenções têm sido testadas em estudos clínicos controlados, continuando a ser praticadas somente em base empírica, a qual tem demonstrado ser ineficaz (Paci, 2003; Duncan, 1997).

Várias terapias baseadas em evidência, como a eletromiografia associada ao “biofeedback” (Crow *et al.*, 1989; Cozean *et al.*, 1988), a terapia de constrição-indução dos movimentos (Taub *et al.*, 1998, van der Lee *et al.*, 1999), os sistemas de auxílio robóticos (Hesse, 2003; 2006) e a realidade virtual (Jack *et al.*, 2001) têm sido adicionadas às abordagens clássicas e influenciado a recuperação da função do membro superior.

Entretanto, quando o paciente não demonstra melhoras visíveis, dentro de determinado período de tempo, usualmente, tem se concluído que a recuperação atingiu um platô, refletindo a progressiva diminuição da capacidade de recuperação motora adicional, sem adicional benefício na reabilitação do paciente (Jørgensen *et al.*, 1995). Esse princípio clínico está sendo reconsiderado, pois estudos recentes demonstraram que a participação, em novos protocolos de reabilitação, pode induzir as modificações nas habilidades motoras no membro superior parético além dos 06 a 12 meses pós-AVE (Altschuler *et al.*, 1998; Woldag e Hummelsheim, 2002; Page *et al.*, 2004; Stewart *et al.*, 2006; Page *et al.*, 2005; Jack *et al.*, 2001; Hesse *et al.*, 2006).

Mudanças na excitabilidade do córtex motor primário (M1) contralateral e ipsilateral podem ser moduladas tanto por movimentos dos membros

ipsilaterais quanto pela observação passiva dos movimentos do membro contra-lateral (Liepert *et al.*, 2001; Muellbacher *et al.*, 2000; 2001). Devido ao fato de a modulação da excitabilidade do córtex motor primário ser um importante mecanismo neural, envolvido na indução da neuroplasticidade (Büttfisch *et al.*, 2000; Muellbacher *et al.*, 2001,2002), a incorporação de tarefas motoras que induzam a mudança na excitabilidade de M1, em terapias de movimento, pode melhorar sua eficácia na promoção da recuperação funcional do lado afetado após o AVE. Resultados de estudos de terapias que utilizaram movimentos bilaterais, nos quais pacientes com AVE executaram movimentos simultâneos de ambos os membros, tanto membro afetado quanto do não afetado, sustentam essa sugestão (Stewart *et al.*, 2006; Summers *et al.*, 2007).

Achados de que movimentos do braço ou da mão alteram a excitabilidade do córtex motor ipsilateral sugerem que movimentos do membro não afetado podem beneficiar a recuperação funcional do membro afetado. Esse importante mecanismo foi levado em consideração por Mudie e Matyas (2001), ao investigarem a recuperação do movimento do membro superior por meio de treino bilateral isocinemático, com hemiplégicos nas fases aguda e crônica. Tais autores detectaram que a média de incremento da atividade motora, comprovada por meio da atividade eletromiográfica, foi consideravelmente maior nas tentativas bilaterais quando comparadas com as tentativas unilaterais, nas quais a extremidade superior não-hemiplégica encontrava-se inativa. Concluíram desta forma, que a extremidade superior não-hemiplégica fornece modelo apropriado nas tentativas de movimentos bilaterais para a extremidade superior hemiplégica.

Revisões das várias modalidades de intervenções propostas, para a reabilitação do membro superior de pacientes com AVE, tais como o treinamento sensório-motor, o treinamento de reaprendizagem motora, o qual inclui o uso da imagem, a estimulação elétrica isolada ou em combinação com “biofeedback”, a participação do paciente em movimentos repetitivos, a introdução de novas tarefas e o treinamento motor no ambiente real sugerem que, em grau variável, todas podem ser efetivas na redução do comprometimento motor pós-AVE (Barreca *et al.*, 2003; Woldag e Hummelsheim, 2002).

1.2 Imagem mental

Considerando que as seqüelas motoras são a causa primária do impacto da inabilidade ocasionada pela AVE, faz-se necessária a comprovação de novas técnicas de terapias para diminuir a incapacidade motora. Recentemente, a prática da imagem tem sido aventada como uma possibilidade de terapia coadjuvante da reabilitação motora (Jackson *et al.*, 2001; Braun *et al.*, 2006).

Estudos comprovam que o treino mental, concomitante ao treinamento físico, tem sido utilizado com sucesso, por exemplo, no desempenho esportivo (Feltz e Landers, 1983), no ganho de força muscular (Yue e Cole, 1992), na aquisição de habilidades cirúrgicas (Hall, 2002) e na reabilitação de pacientes neurológicos (Decety, 1996a; Jackson *et al.*, 2001; Altschuler *et al.*, 1999).

A prática da imagem mental refere-se a um processo ativo, por meio do qual o indivíduo pode gerar correlações de eventos perceptuais e motores, ou

seja, reviver sensações com ou sem qualquer estímulo desencadeador externo (Jackson *et al.*, 2001). Essa operação cognitiva pode ser executada em diferentes modalidades, como a visual, a auditiva, a tátil, a cinestésica, a olfatória, a gustatória, ou qualquer combinação entre essas sensações (Mulder *et al.*, 2004). O movimento imaginado seria um termo geral que descreve o processo de imaginar o movimento de um objeto ou de uma pessoa (Feltz e Landers, 1983). No entanto, ao se tratar de movimento do corpo humano, os pesquisadores têm preferido utilizar o termo de imagem motora, que corresponderia a um estado dinâmico, durante o qual o sujeito simularia mentalmente uma determinada ação (Decety, 1996a; Jeannerod, 1995).

As imagens corporais têm, basicamente, origem somato-motora e visual. Entretanto, a contribuição relativa de cada modalidade sensorial, nos processos de simulação mental, pode variar (Rodrigues *et al.*, 2003). Na imagem interna (ou perspectiva da primeira pessoa), o sujeito sente ser ele mesmo o executor de uma determinada ação, estratégia somato-motora. Já na estratégia de imaginação externa (perspectiva da terceira pessoa), a simulação encontra-se baseada na percepção visual do movimento imaginado. O raciocínio utilizado para pesquisa, em imagem visual, pode ser estendido para imagem motora, pois essa última partilha mecanismos similares, responsáveis pela preparação e programação do movimento real (Decety, 1996b; Altschuler *et al.*, 1999; Sathian, 2000; Stevens e Stoykov, 2003). O treino mental, ou seja, a prática seqüencial da imagem mental consiste na repetição de um movimento imaginado, utilizando a imagem motora, com a intenção de melhorar o desempenho. Em outras palavras, o treino se constitui em ensaio mental de ato

motor com a intenção específica de aprendizagem ou aperfeiçoamento do ato (Mulder *et al.*, 2004; Woldag e Hummelsheim, 2002).

Ultimamente, aumentou o número de experimentos que investigam as correlações fisiológicas e psicológicas da imagem motora e dos movimentos executados fisicamente, indicando que ativações correlativas podem ocorrer tanto em nível cortical como também na musculatura que as pessoas imaginam estar sendo utilizada (Page *et al.*, 2001). Em geral, os estudos indicam que o tempo de movimento, tanto executado fisicamente ou de forma imaginada, encontra-se sujeito as mesmas leis e princípios. Foi demonstrado que a lei de Fitts, a qual estabelece que os movimentos mais elaborados levam mais tempo para ser realizados fisicamente, em relação aos mais fáceis, aplica-se igualmente aos movimentos imaginados (Shumway-Cook e Woollacott, 2003). Essa conclusão encontra-se baseada em achados de uma série de experimentos controlados que utilizaram o paradigma da cronometria mental, em que foram examinadas as relações temporais entre a execução de uma tarefa motora e a capacidade de imaginar a mesma ação (Decety, 1996 a e b).

Indícios da correspondência entre movimentos imaginados e executados foram evidenciados em estudos com imagem funcional do cérebro com sujeitos normais. Inicialmente, os resultados de uma série de experimentos demonstraram que as estruturas neurais envolvidas nos movimentos imaginados eram diferentes daquelas relacionadas à execução dos mesmos movimentos (Gelmers, 1981; Roland *et al.*, 1980). Entretanto, técnicas mais recentes de mapeamento cerebral, com maior resolução temporal e espacial, permitiram uma localização mais precisa das estruturas cerebrais implicadas na performance de movimentos executados e imaginados, como é o caso da

tomografia por emissão de positron (Decety *et al.*, 1997), da ressonância magnética funcional (Sthepan *et al.*, 1995), da eletroencefalografia (Weiss *et al.*, 1994) e da estimulação magnética transcraniana (Bastings *et al.*, 2002).

A circuitaria neural, para ação executada, ação imaginada e ação observada, parece se sobrepôr em sua abrangência (Maeda *et al.*, 2002). Em relação aos movimentos do membro superior, os estudos analisados por Jackson *et al.* (2001), que utilizaram várias técnicas de imagem cerebral, sugerem que a área motora suplementar, o cerebelo, bem como o córtex pré-motor, o cíngulo, o parietal superior e o inferior, o sensorio motor e o motor primário estão freqüentemente envolvidos na realização de movimentos executados e imaginados.

A confirmação da similaridade funcional, entre movimentos executados e imaginados, também provém de estudos relacionados a alterações no sistema nervoso autônomo (Decety, 1996a e b), os quais demonstraram aumento nos batimentos cardíacos e na freqüência respiratória de sujeitos envolvidos em tentativas e ações executadas com imagem motora. Decety (1996a) defender que uma parte significativa do aumento observado nas respostas autonômicas é de origem central, como se a mente enganasse o corpo, fazendo esse acreditar que alguns movimentos estão realmente sendo executados.

As mudanças na reorganização funcional do cérebro de indivíduos normais, após ensaio com prática mental, foram examinadas por Pascual-Leone *et al.* (1995). Esses estudiosos demonstraram que as mudanças ocorridas na representação cortical são comparáveis às que acontecem na condição de prática física e que parte da melhora comportamental observada, na condição de prática mental, pode estar latente, aguardando ser expressa

após mínima prática física. A prática mental pode ter um efeito preparatório sobre a tarefa, o que aumenta a eficiência do treinamento físico subsequente.

Quando a prática mental foi utilizada para aprendizagem de movimentos, medidas como a precisão espacial e o tempo de execução comprovaram que o desempenho motor, na habilidade de comportamentos, é suscetível a modificações. Estudos de metanálise relacionados à área esportiva e à reabilitação de pacientes com seqüelas de AVE (Feltz e Landers, 1983; Driskell *et al.*, 1994; Braun *et al.*, 2006) verificaram que, se a prática mental é utilizada como única forma de treinamento, essa pode melhorar a execução de movimentos em atletas e auxiliar na aquisição de novas habilidades de comportamento (Hall, 1992). Porém, esses efeitos podem ser menos significativos que os resultantes da prática física ou exercício físico combinado com prática mental. Resultados positivos da prática mental na reabilitação são baseados primariamente em estudos com imagem cerebral e em pacientes com seqüelas de AVE (Braun *et al.*, 2006).

A similaridade temporo-espacial, entre movimentos imaginados e executados, foi também consubstanciada em pacientes com lesões cerebrais. Foi detectado que pacientes com lesões cerebrais unilaterais levam mais tempo para imaginar o movimento com seu membro afetado que com o não afetado (Decety, 1996a). Em contraste, pacientes com lesão da medula espinhal apresentam tempos de movimento imaginado comparáveis com os de sujeitos normais, reforçando a idéia de que a imagem motora constitui-se num processo que depende de estruturas relacionadas com o movimento restritas ao cérebro (Decety, 1996a).

1.2.1 Imagem mental na reabilitação do AVE

Existe amplo consenso entre estudos que utilizaram a técnica combinada da imagem mental com desempenho físico para complementar a fisioterapia e/ou terapia ocupacional na recuperação da função motora pós-AVE (Page, 2004; Stevens e Stoykov, 2004).

Quando o sujeito sente a si próprio executando uma determinada ação, estratégia somato-motora, isso é considerado como uma imagem interna (ou perspectiva da primeira pessoa) (Rodrigues *et al.*, 2003). É importante salientar que, referindo-se ao movimento do corpo humano, os pesquisadores têm preferido o termo de imagem motora (Decety 1996a; Jeannerod, 1995). Em um estudo randomizado, Liu *et al.* (2004) comprovaram que pacientes hemiplégicos na fase crônica, participantes de intervenção baseada em imagem motora, apresentaram maior (re) aprendizagem de tarefas treinadas e não treinadas, maior habilidade para reter as tarefas treinadas e transferência das habilidades reaprendidas para outras que não foram treinadas quando comparados com controles.

A relação entre os processos mentais (atenção e percepção pessoal sobre a recuperação) e a eficácia da imagem motora, no treinamento da função do membro superior, em pacientes crônicos com AVE, foi investigada em estudo piloto. Nessa pesquisa, resultados demonstraram que a utilização dessa técnica, sem a supervisão a domicílio, influenciou somente o desempenho de tarefas treinadas; entretanto, sua relação com os demais processos mentais não foi claramente definida (Dijkerman *et al.*, 2004). Outro estudo piloto sugeriu que a imagem motora pode ser utilizada como coadjuvante na reabilitação de

pacientes hemiplégicos com resultados positivos (Crosbie *et al.*, 2004). O potencial de uso da imagem motora, na promoção da aprendizagem, em tarefas de mobilidade, foi também confirmado pelo aumento e permanência dos resultados positivos, indicando um efeito na aprendizagem (Malouin *et al.*, 2004; Sütbeyaz *et al.*, 2007; Brodie, 2003).

Por outro lado, na estratégia de imaginação externa (perspectiva da terceira pessoa), a simulação baseou-se na percepção visual do movimento imaginado (Rodrigues *et al.*, 2003), como se constatou nos estudos de Altschuler *et al.* (1999), em hemiparéticos crônicos com seqüela de AVE, utilizando o paradigma proposto por Ramachandran (1995). A técnica “*Mirror Visual Feedback*” (MVF) (Ramachandran, 2005) ou resposta ao estímulo visual do espelho (REVE) iniciou-se a partir de estudos de pacientes amputados com queixas de dor em membros fantasma e em lesão de nervo periférico. Altschuler *et al.* (1999) detectaram que a REVE influenciou a evolução motora, quando comparada com controles, provavelmente, devido a propiciar ao indivíduo com o membro superior afetado por AVE um estímulo visual apropriado, possivelmente substituindo a propriocepção, a qual, com frequência, encontrava-se diminuída ou mesmo ausente. Os resultados encontrados por Altschuler *et al.* (1999) demonstraram que a amplitude, a velocidade e a precisão dos movimentos da extremidade hemiplégica foram significativamente modificadas com a terapia do espelho.

Com o objetivo de facilitar a estratégia de “cópia motora”, em paciente hemiparético em fase crônica, Sathian *et al.* (2000) associaram a REVE à imagem mental na perspectiva somatomotora. Nesse caso, o sujeito imaginava a si mesmo executando uma atividade motora, seguida pela terapia de

construção e indução de movimentos em que a extremidade não-hemiplégica era imobilizada para obrigar o paciente ao uso da extremidade hemiplégica. Como resultado, os autores relataram a ocorrência de redução no tempo de realização de tarefas como levar o copo à boca, pegar uma caneta, levar a toalha acima dos ombros e segurar objetos adequadamente. Também foram detectadas maior coordenação e fluidez nos movimentos da extremidade hemiplégica.

Em outro estudo, Byl *et al.*, 2003, a REVE foi utilizada em associação à prática orientada de atividades motoras e sensoriais baseada em princípios de neuroplasticidade. Resultados satisfatórios foram obtidos, merecendo destaque a independência funcional e o desempenho motor da extremidade hemiplégica.

Confirmando o uso da imagem motora como estratégia cognitiva na recuperação funcional, na hemiplegia por AVE, em fase crônica, Stevens e Stoykov (2003, 2004) evidenciaram melhora significativa nos resultados obtidos na escala de desempenho físico de Fulg-Meyer (Fulg-Meyer *et al.*, 1975) e no teste de Jebsen (Jebsen *et al.*, 1969), evidenciado no desempenho de atividades manuais e redução no tempo de execução de movimentos.

No contexto atual, a base neural, para os efeitos terapêuticos da REVE, permanece desconhecida. Há suposições, no entanto, de que esses efeitos possam ocorrer devido à interação entre mecanismos mediando alterações da excitabilidade do córtex motor primário afetado em associação aos mecanismos responsáveis pelas mudanças na excitabilidade cortical, as quais são causadas pelo movimento da extremidade ipsilateral normal ou pela exclusiva observação do movimento dessa extremidade (Aziz-Zadeh *et al.*, 2002; Strafella e Paus, 2000).

Muitos estudos relatam que a observação passiva de movimentos, na ausência de movimentos reais do outro membro, facilita a excitabilidade da área motora primária ou mais especificamente da área correspondente aos músculos envolvidos na ação observada (Aziz-Zadeh *et al.*, 2002; Maeda *et al.*, 2002; Ertelt *et al.*, 2007). Essa situação pode ser reproduzida quando é visualizado o reflexo da própria extremidade em espelho colocado em posição sagital, pois a visão da imagem dos movimentos da própria extremidade tem um efeito diferencial na excitabilidade do córtex motor primário em relação aos movimentos da extremidade sem o reflexo do espelho. Tais constatações são consubstanciadas em estudos em pacientes com membros fantasma (Ramachandran e Rogers-Ramachandran, 1995).

A excitabilidade do córtex motor primário ipsilateral, aos movimentos unilaterais da mão, é facilitada pela visão do reflexo dos movimentos da mão no espelho. Esses achados do estudo de Garry *et al.* (2005) se configuram como uma evidência neurofisiológica que suporta a aplicação da terapia do espelho na reabilitação da hemiplegia.

1.3 Contribuições de Ramachandran para o entendimento da recuperação funcional em neuroreabilitação

Os experimentos utilizando a terapia do espelho foram originados a partir de uma série de estudos conduzidos em pessoas normais e em amputados descritos por Ramachandran *et al.* (1992,1993,1995,1996,2000). Esses autores detectaram que existe grande plasticidade latente no cérebro humano adulto e que a imagem corporal pode ser moldada durante toda a vida.

Trabalhos experimentais sistemáticos sobre esse tema foram iniciados recentemente, a partir da demonstração de notáveis mudanças nos mapas somatotópicos após desafferentação (Wall, 1977; Merzenich *et al.*, 1984). Pons *et al.* (1991) encontraram, em primatas adultos nos quais havia sido realizada rizotomia dorsal há longo tempo (doze anos), que a região correspondente à mão, no mapa somatotópico cortical, área 3b, era ativada por estímulos a partir da face ipsilateral. Isso pode ser considerado como uma demonstração direta de que grande reorganização sensorial da topografia cortical ocorreu na área 3b, em magnitude maior que o “limite” original de 1 mm, proposto por Merzenich *et al.* (1984).

Reorganização cortical similar à relatada em primatas foi demonstrada por Ramachandran (1993) e Yang *et al.* (1994) com o uso da estimulação magnética transcraniana no córtex adulto humano em distância acima de 2-3 cm do local da estimulação. Após amputação de um braço, os impulsos da face ativaram a área da mão no córtex somatossensorial primário, sendo essa a primeira demonstração de que uma reorganização da topografia cortical, em uma escala acima de muitos milímetros, pode ocorrer no cérebro adulto humano (Ramachandran, 1998b).

Investigando a possibilidade de grande reorganização em mapas corticais, Ramachandran *et al.* (1992, 1993, 1995, 1996) realizaram uma série de experimentos, em adultos que sofreram amputações de membro superior ou lesões de plexo braquial, nos quais foram sistematicamente encontradas sensações referidas da face para o membro fantasma. Em muitos deles, existia um mapa topograficamente organizado de dedos individuais da mão na região

inferior da face, sendo essas sensações referidas específicas por modalidade de estímulo sensorial.

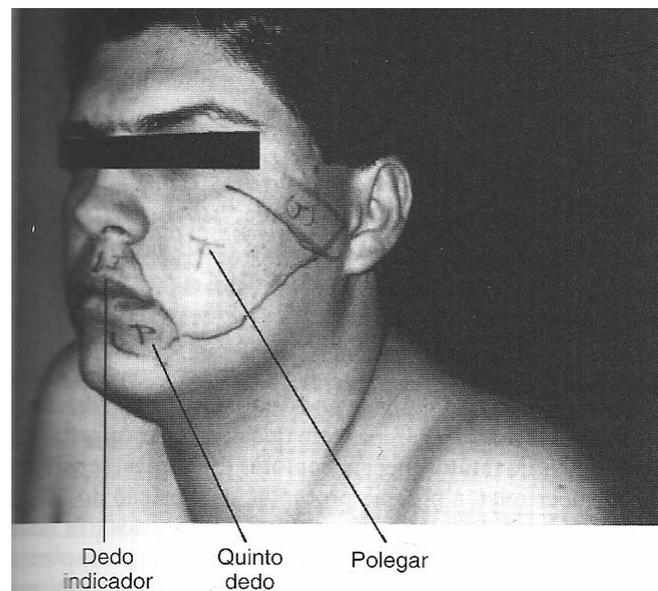


Figura 1 – Sensações do membro fantasma podem ser evocadas tocando-se a face (De Ramachandranm, 1993)

Explorando os efeitos intersensoriais sobre membros fantasmas, Ramachandran *et al.* (1995) utilizou um espelho colocado verticalmente sobre a mesa, perpendicular ao tórax do paciente, possibilitando que o reflexo da mão normal fosse visualizado, substituindo a imagem do membro fantasma. O movimento da mão normal era percebido como se a extremidade fantasma estivesse se movendo. Isso podia, inclusive, ser sentido pelo paciente, o qual mencionava uma verdadeira sensação cinestésica surgindo. O toque na mão normal desencadeava sensações táteis em localizações simetricamente espelhadas no membro fantasma. Em alguns pacientes, esses efeitos ocorriam somente se o paciente simultaneamente “visualizava” (no espelho) o fantasma ser tocado, uma curiosa forma de sinestesia. A vibração e o tato também eram referidas em ambas as mãos, com um tempo de latência de 2 a 4 segundos. (Ramachandran *et al.*, 1995).

Os resultados de estudos de Ramachandran *et al.* (1996) sobre sensações referidas, induzidas pelo reflexo no espelho, mostraram ainda outras respostas, como: o desaparecimento do membro fantasma com a prática repetida (amputação do membro fantasma); a ausência de sensações referidas com o uso do espelho; o desaparecimento da dor relacionada com episódios de espasmos em preensão na mão fantasma; a experiência de posições anatomicamente impossíveis vivenciadas pelo paciente como reais. Essas últimas são exemplos de sensações visuais sendo vivenciadas como sensações somáticas, constituindo-se bons exemplos de sinestesia (Ramachandran *et al.*, 1998a e b).

Além das referências originadas a partir da face ipsilateral e membro superior amputado (e outras regiões próximas à desafferentação), sensações da mão contralateral são, algumas vezes, referidas para o membro fantasma (Ramachandran *et al.* 1998b). Tal efeito foi observado em amputados, sendo as sensações topograficamente organizadas para o tato, mas não para temperatura (frio e calor) ou para a dor. Esse resultado implica que a ativação de novas vias inter-manuais são provavelmente de origem cortical e que as sensações protopáticas podem não se reorganizar após lesão devido a sua fraca representação no córtex e à falta de vias comissurais referentes a essas modalidades. Esse efeito foi verificado utilizando-se o espelho como artifício ótico (Ramachandran *et al.*, 1996).

O mecanismo fisiológico, para a emergência de referências inter-manuais, exclui novas conexões anatômicas pela rapidez com que essas se apresentam. Ramachandran *et al.*, (1998) sugerem que esses efeitos emergem a partir da re-ativação de conexões pré-existentes, que ligam as duas mãos.

Mesmo em indivíduos normais, os impulsos sensoriais, a partir do polegar esquerdo, podem se projetar não somente para o hemisfério direito, mas por intermédio de vias não identificadas comissurais para pontos simétricos espelhados para o outro hemisfério. Esse impulso é latente e em geral, não muito intenso, para vir a se expressar, mas, no caso de mão amputada (desaferentada), tal impulso pode vir a ser desinibido ou progressivamente fortalecido e, conseqüentemente, as sensações táteis de uma mão podem evocar sensações táteis na mão contralateral.

As interações intermanuais, entre movimentos reais e do membro fantasma, foram demonstradas por Ramachandran *et al.* (1996), confirmando a realidade de movimentos ilusórios do membro fantasma. Em sujeitos normais, tentativas para desenhar duas figuras não similares ao mesmo tempo (uma linha vertical e outra horizontal), com as duas mãos, mostraram uma considerável interferência intermanual, provavelmente de origem central (Altschuler, 2005). Esse conflito ocorre de maneira similar quando pacientes amputados tentam realizar movimentos não similares, como, por exemplo, desenhar uma figura com sua mão fantasma e uma diferente com sua mão intacta. Nesses casos, nenhuma interferência ocorre quando o fantasma “paralisado” simplesmente imagina o movimento, sugerindo que a interferência deve ser de origem cortical e não um resultado do “feedback” a partir da mão normal (Franz e Ramachandran, 1998). Similarmente aos efeitos encontrados em sujeitos normais, os autores também observaram movimentos bimanuais normais quando o paciente amputado, com vívidas sensações no membro fantasma, executava tarefas bimanuais retangulares, o que indica que os

processos neurais responsáveis por movimentos bimanuais podem permanecer intactos mesmo na ausência das propriedades físicas do membro.

Os resultados apresentados por Ramachandran sugerem que as sensações referidas surgem como uma consequência direta de mudanças na topografia cortical pós-desafferentação, referindo-se a esse fenômeno como “hipótese de remapeamento” (Ramachandran, 1993). A palavra remapeamento leva a conotação de mudanças anatômicas reais, enquanto o ponto principal mais evidente é para o desmascaramento ou desinibição de vias pré-existentes (Ramachandran *et al*, 1992; Ramachandran e Rogers-Ramachandran, 1996).

Uma palavra como teoria-neutra, como re-direcionamento ou re-ativação pode ser preferível para indicar que a informação a partir de uma localização específica sobre a superfície corporal (face ou ombro) é agora desviada ou re-direcionada. Este redirecionamento ou reativação pode desencadear novos padrões de atividade neural ou ativar novos locais anatômicas que têm diferentes assinaturas perceptuais e desta forma desencadear novas sensações. Mas em ambos os casos, os achados implicam que devem existir mudanças relativamente permanentes ou estáveis no processamento de sinais sensoriais pelo cérebro adulto.

Se esse remapeamento for parcialmente cortical, então na desafferentação causada por lesões na substância branca central, como as encontradas na distonia focal, na dispraxia e na hemiparesia (pós-AVE), deveriam ser observadas sensações referidas a partir de áreas normais da pele para as zonas desafferentadas.

A partir de seus estudos em pacientes amputados, Ramachandran *et al*. (1996) formularam a hipótese de que fenômeno análogo de “remapeamento

cortical” (ou reativação em vias normalmente silenciosas), como o que ocorre em pacientes amputados, igualmente poderia ocorrer na desaferentação central, como, por exemplo, após um AVE. Pons *et al* (1991) demonstraram que lesões no córtex somatossensorial primário (3b) podem levar a maciça reorganização no córtex somatossensorial secundário, enquanto que Nudo *et al* (1996) evidenciaram que, após pequenos infartos isquêmicos na área correspondente à mão no córtex, o uso repetido da mão prevenia a perda de território cortical adicional. Ainda confirmando a “hipótese de remapeamento cortical”, relatos de pacientes que sofreram AVE afetando o membro superior sem comprometimento da face referiam o aparecimento de contrações faciais provocadas por movimentação intencional do membro afetado (Ramachandran *et al.*, 1998 a).

Se o AVE produz perda parcial da sensibilidade, originando regiões circunscritas de pele com sensibilidade normal, essas regiões deveriam evocar sensações referidas para as regiões desaferentadas. Altschuler e Ramachandran (1998) apud Ramachandran e Rogers-Ramachandran (2000) confirmaram essa previsão em paciente com acidente cerebrovascular à esquerda. Tal paciente mencionou claramente sentir sensações a partir de regiões de pele normal para as zonas desaferentadas em seu braço direito.

Usualmente, as lesões conseqüentes ao AVE resultam em destruição do tecido neural, sendo concebível que exista uma “paralisia pelo desuso” como componente desse quadro e que essa paralisia seja causada pela inibição temporária ou “bloqueio”, o qual pode ser beneficiado pela realimentação visual fornecida pelo espelho (Ramachandran e Rogers-Ramachandran, 2000).

O procedimento sugerido por Ramachandran (2005), ou seja, a resposta ao estímulo visual do espelho (REVE) difere radicalmente das propostas terapêuticas correntes, as quais restringem o uso do braço não afetado como a terapia de constrição-indução de movimentos (Taub, 1999), que encoraja o paciente a usar sua extremidade hemiplégica ou as que dependem do desempenho dessa extremidade (Bobath, 1990; Carr e Shepherd, 1989, 2008). Na REVE, supõe-se que pelo menos alguns componentes da paralisia sejam “aprendidos” e sendo o paciente encorajado a utilizar os dois braços ao mesmo tempo durante a terapia (Altschuler *et al.*, 1999).

A realimentação visual também pode auxiliar a recuperação do membro paralisado por estimular neurônios polimodais que existem no cérebro de primatas, incluindo o homem. Entretanto, mesmo o sistema nervoso sendo visto como tendo distintas vias sensoriais e motoras, o circuito sensório-motor necessita estar intacto para executar suas funções, conforme demonstrado por Graham e Sherrington (1912) apud Ramachandran (2005). A plasticidade intersensorial detectada em estudos de privação visual em adultos normais (Hamilton e Pascual-Leone, 2002) e na perda completa da visão (Ramachandran e Azoulay apud Ramachandran, 2005) mostra a possibilidade de que células polimodais parietais, que apresentam campos receptivos táteis e visuais, possam estar envolvidas na mediação destes efeitos.

Discutindo ainda a plasticidade e recuperação funcional em neurologia, Ramachandran (2005) comprovou que os resultados de estudos com membros fantasma (Ramachandran *et al.*, 1992), síndrome da dor regional crônica (Moseley, 2004), estimulação vestibular calórica (André *et al.*, 2001) e hemiparesia pós-AVE (Altschuler *et al.*, 1999) sugerem duas razões para uma

mudança de paradigma em neuro-reabilitação: primeiro, a latente plasticidade no cérebro adulto humano e, segundo, o fato de o cérebro deve ser pensado como um conjunto de redes complexas interagindo, que estão em estado de equilíbrio dinâmico com o ambiente cortical, devendo ser exploradas no contexto clínico para facilitar a recuperação da função.

1.4 Avaliação funcional dos movimentos do membro superior

Os estudos sobre a efetividade da REVE, em pacientes com hemiparesia pós-AVE, utilizaram avaliações clínicas como medida do comprometimento motor. Foram utilizadas, por exemplo, a escala de desempenho físico de Fulg-Meyer (Fulg-Meyer *et al.*, 1975) e as medidas de habilidade funcional: tempo de reação, teste de função manual (Jebsen *et al.*, 1969), as quais fornecem informação clínica sobre o nível de comprometimento motor e o nível de habilidades funcionais da extremidade hemiplégica. Entretanto, essas medidas têm em comum sua dependência da interpretação subjetiva do examinador. Mais precisas que elas, por permitirem uma análise quantitativa, são as tecnologias de análise de movimento, as quais permitem estudos biomecânicos de ações como o alcançar e o pegar (Hingten *et al.*, 2006).

A análise biomecânica fornece medidas mais objetivas e quantitativas de características espaciais e temporais do movimento, possibilitando analisar as modificações no desempenho motor de pacientes com seqüelas de AVE. A afirmação de que o movimento envolve “mudança de lugar ou posição” indica que esse pode ser descrito por parâmetros cinemáticos, registro das posições,

velocidades e acelerações lineares e angulares do centro de gravidade do objeto e da cinemetria, técnicas de medidas de posição e orientação de segmentos através de imagens (Durward *et al.*, 2001).

O aumento da aplicação clínica, na utilização da análise tridimensional do movimento, pode ser atribuído à análise clínica da marcha, a qual foi usada para detalhar o diagnóstico e o planejamento do tratamento de disfunções em pacientes (Yang *et al.*, 2002). Todavia, a análise do movimento das extremidades superiores encontra-se ainda em um estágio precoce, e sua introdução, na rotina clínica, é limitada. A natureza dos movimentos livres dos membros superiores é altamente variável, ocorrendo uma adaptação a tarefas manipulativas de acordo com o objeto de interesse, fato completamente diferente dos movimentos cíclicos encontrados na marcha (Rau *et al.*, 2000).

A transferência do conhecimento e experiência de décadas de análise de movimentos dos membros inferiores não pode ser extrapolada com exatidão para análise dos movimentos dos membros superiores, sem que seja feita uma ampla adaptação. Afirma-se isso porque esses diferem sob vários aspectos, dentre eles a característica dos movimentos (movimento padronizado/movimento dependente da tarefa; cíclico/não-cíclico, bidimensional/tridimensional; a amplitude limitada de movimento/amplitudes extremas de movimentos) e os protocolos (padronizados/não padronizado). Tal experiência pode ser utilizada como guia dos procedimentos de análise de movimentos do membro superior, como, por exemplo, na colocação dos marcadores nos pontos de referência padronizados e no cálculo dos movimentos do segmento envolvido (Rau *et al.*, 2000).

Para examinar os movimentos variáveis e complexos do membro superior humano (Rau *et al.*, 2000), não existem atividades estandardizadas, bem como os poucos modelos existentes carecem de validação (Michaelsen *et al.*, 2001; Adamovich *et al.*, 2001). Os dados obtidos com esses modelos são freqüentemente coletados a partir de uma amostra pequena e com poucas câmeras, resultando em perdas na identificação de marcadores, o que requer estimativas do movimento (Yang *et al.*, 2002).

Na análise automatizada de movimento, os sistemas utilizam técnicas que produzem dados digitais, transferidos diretamente para o computador. Dois sistemas básicos são utilizados: vídeo com marcadores passivos (reflexivos) e diodos que emitem luz (marcadores ativos – optoeletrônicos). Ao examinar as vantagens dos sistemas de vídeo sobre os sistemas óptico-eletrônicos, deverão ser considerados: o custo menor, o número ilimitado de marcas, a facilidade de colocação das marcas de referência nos pontos anatômicos, a menor restrição nas condições de luminosidade e a visualização das imagens. Como desvantagens desse sistema, podem ser citados o tempo excessivo gasto para digitalização dos pontos nas imagens e a taxa de amostragem limitada (Perry, 2005).

O processo de registro do movimento, no sistema de vídeo automatizado, é similar ao utilizado no filme de fotografia, embora seja mais dispendioso. A posição dos marcadores é rastreada automaticamente, para minimizar a intervenção humana no processo de definição do movimento. O mecanismo de coleta dos dados do marcador é automaticamente identificado pelo sistema por meio da determinação do centro da “área luminosa” registrada para cada marcador. Esse sistema necessita de, no mínimo, duas câmeras

para registrar a posição instantânea de cada marcador. Essa é a condição para determinar suas coordenadas tridimensionais. A localização relativa da câmera é determinada pelo sistema de calibração, e a fixação rígida das câmeras, nos lugares determinados, minimiza a necessidade de freqüentes calibrações. Atualmente, existem inúmeros sistemas no mercado, dentre eles: ViconTM, Peak PerformanceTM, United TechnologiesTM, Motion AnlysisTM (Perry, 2005).

A medida da qualidade do movimento humano é significativa no diagnóstico de desordens patológicas do movimento ou avaliação de resultados da reabilitação. Na concepção de Yang *et al.* (2002), quando a análise dos movimentos dos membros superiores se tornar uma rotina, um conjunto de tarefas discriminativas (normais versus patológicas) ou de tarefas funcionais, como por exemplo, as de atividades da vida diária, poderá ser estabelecido.

A distinção entre a recuperação do comprometimento motor e da funcionalidade do membro superior é crítica, pois medidas de comprometimento motor não espelham exatamente a possível funcionalidade da extremidade hemiplégica, fornecendo apenas uma visão parcial do processo total de recuperação (Duncan *et al.*, 1994). Conseqüentemente, os resultados de avaliação do comprometimento motor do membro superior (Fugl-Meyer *et al.*, 1975) não são generalizáveis para a medida de sua funcionalidade (Lyle, 1981; van der Lee *et al.*, 2001; Rabadi e Rabadi, 2006) e tampouco para as medidas de atividades da vida diária (Collin *et al.*, 1988). Objetivando transferir a análise das modificações obtidas no comprometimento motor para medidas de funcionalidade do movimento do membro superior, a proposta deste trabalho foi a de avaliar o comprometimento motor em tarefas funcionais com a

análise tridimensional do movimento, possibilitando transferir os resultados dessa avaliação por instrumentos para uma medida direta da função motora na vida real (Taub *et al.*, 1998).

Com base nas considerações anteriores, o presente estudo visa a investigar se os efeitos da REVE influenciam a reabilitação da função motora do membro superior na hemiplegia crônica secundária à seqüela de AVE.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo geral

Investigar os efeitos da imagem mental em resposta ao estímulo visual em espelho na reabilitação da função motora do membro superior na hemiplegia, em fase crônica, por seqüela de AVE.

1.5.2 Objetivos específicos

-Analisar as variações angulares dos movimentos da extremidade hemiplégica em resposta ao estímulo visual do espelho, em tarefas funcionais, no grupo experimental comparando com o grupo controle;

-Verificar as variações temporais dos movimentos da extremidade hemiplégica em resposta ao estímulo visual do espelho, em tarefas funcionais, no grupo experimental comparando com o grupo controle;

-Avaliar as variações angulares dos movimentos na extremidade hemiplégica e não-hemiplégica no grupo experimental em resposta ao estímulo visual do espelho, em tarefas funcionais, no grupo experimental;

-Examinar as variações temporais dos movimentos da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica no grupo experimental em resposta ao estímulo visual do espelho, em tarefas funcionais, no grupo experimental.

1.5.3 Hipóteses

H₀ - A resposta ao estímulo visual do espelho não influencia a reabilitação dos movimentos do membro superior em sujeitos com hemiplegia crônica por seqüela de AVE no grupo experimental.

H₁ - A resposta ao estímulo visual do espelho influencia a reabilitação dos movimentos do membro superior em sujeitos com hemiplegia crônica por seqüela de AVE no grupo experimental.

1.6 Justificativa

A justificativa deste trabalho apóia-se em estudos iniciados por Ramachandran *et al.* (1992) com membros fantasmas e dor fantasma. Nesses estudos, foi proposta uma técnica denominada “*Mirror Visual Feedback*” (MVF) (2005), ou Resposta ao Estímulo Visual do Espelho (REVE) visando a resolução destes sintomas. A REVE, em pacientes com AVE, envolve a execução de movimentos da extremidade não-hemiplégica frente a um espelho colocado perpendicularmente ao tórax do sujeito. Ocorrendo o processo da

seguinte forma enquanto observa o reflexo da extremidade não-hemiplégica sobrepondo-se à extremidade hemiplégica, é criada a aparente normalidade de movimento da extremidade hemiplégica. Os resultados das pesquisas de Ramachandran *et al.* (1992, 1993, 1995, 1996, 1998a e 1998b, 2000) demonstraram existir ainda, no cérebro adulto, expressiva plasticidade neural, bem como a possibilidade de acompanhar a relação entre mudanças perceptuais (sensações referidas) e mudanças na topografia cortical. Essa plasticidade também é dependente de efeitos intersensoriais e da forma como o cérebro constrói e atualiza o esquema corporal durante a vida.

O paradigma proposto por Ramachandran (1993) comprovou que a imagem mental, utilizando a perspectiva externa – o estímulo visual - associada à prática física, pode modificar o desempenho de uma tarefa motora. Da mesma forma, esse autor demonstrou que essa mudança está associada a mudanças fisiológicas e plásticas em nível cerebral.

Os resultados obtidos por outros estudos (Altschuler *et al.*, 1999; Sathian *et al.*, 2000; Byl *et al.*, 2003; Stevens e Stoykov, 2003,2004) confirmam que a REVE pode ser uma abordagem promissora para o tratamento da hemiplegia pós-AVE. Isso indica que pacientes com lesões cerebrais que afetaram o sistema motor são igualmente aptos a imaginar movimentos, mas que o seu desempenho físico assim como a sua capacidade de imaginar o movimento, encontram-se comprometidas.

A REVE, como uma nova possibilidade de reabilitação neurológica, apresenta uma série de vantagens sobre os métodos de reabilitação física, tais como: baixo custo, equipamento acessível, possibilidade de execução da

técnica a domicílio, conforme a familiarização do paciente com ela (Sathian *et al.*, 2000).

Tradicionalmente, a prática, na reabilitação neurológica do indivíduo com o membro superior afetado por AVE, tem sido focada na redução da incapacidade motora e na minimização da deficiência física. A reabilitação intensiva torna-se onerosa ao sistema de saúde, público ou privado, tendo em vista o número de serviços envolvidos (a exemplo: fisioterapia, terapia ocupacional, etc) e a necessidade de prática repetitiva, que pode não ser fornecida com a frequência apropriada para que a (re) aprendizagem do movimento possa ocorrer (Barreca *et al.*, 2003; Page *et al.*, 2004; Woldag e Hummelseim, 2002). No intuito de reativar a atividade cerebral e o remapeamento cortical, uma apropriada e alta dose de estímulos aferentes, em um contexto parece ser de importância superior para o sujeito com AVE. A quantidade de estímulos que os profissionais podem oferecer aos pacientes torna-se próxima de nada em comparação com as atividades normais na vida diária. Assim, estratégias necessitam ser desenvolvidas, as quais permitam que os pacientes possam se responsabilizar pela própria terapia (De Weerd e Feyes, 2002).

Devido a essas limitações práticas, os terapeutas precisam visualizar estratégias que, além de diminuir o custo com a reabilitação, maximizem as oportunidades de prática para que a aprendizagem de movimentos possa efetivamente ocorrer. Acredita-se que a proposta deste estudo demonstra sua relevância e viabilidade científica, bem como uma relação custo versus efetividade da técnica, o que justifica a sua aplicação.

1.6 Limitações do estudo

Uma das possíveis limitações apresentadas pelos resultados desta pesquisa seria a influência da recuperação natural na evolução dos pacientes. Esse possível viés foi parcialmente controlado pelos critérios de inclusão no estudo, os quais determinaram a seleção de pacientes com AVE em fase crônica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

Este estudo foi realizado no Ambulatório de Fisioterapia do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), no Laboratório de Biomecânica (LABiomec/CEFD) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS e no domicílio dos sujeitos.

2.2 Delineamento do estudo: estudo experimental (Cozby, 2003; Campbell e Stanley, 1979; Vieira e Hossne, 2001), em que se compararam: (a) o desempenho motor de extremidade hemiplégica de dois grupos de dez pacientes (grupo experimental e grupo controle) com seqüela de AVE, em fase crônica, em uso de fisioterapia convencional, sendo o grupo experimental, adicionalmente à fisioterapia convencional, submetido à REVE; (b) o desempenho motor da extremidade hemiplégica com a extremidade não-hemiplégica do grupo experimental após a REVE.

2.3 Aspectos éticos

O protocolo do estudo foi aprovado pela Comissão de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da UFSM, protocolo CEP/CCS/UFSM nº 028/2005. Os voluntários ou seus responsáveis foram esclarecidos em relação aos objetivos, benefícios e

riscos do estudo, sendo incluídos no protocolo após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (ANEXO A), conforme exigência do Ministério da Saúde, de acordo com a resolução 196/96. O material coletado e os resultados da análise ficaram sob a responsabilidade da pesquisadora, sendo garantida a privacidade e o livre acesso, em qualquer momento do estudo, aos sujeitos participantes.

2.4 Sujeitos

Foram selecionados, para inclusão neste estudo, de maneira randômica simples (Cozby, 2003), vinte voluntários, na faixa etária entre 40 e 60 anos, de ambos os sexos, que freqüentavam serviços de reabilitação comunitários da cidade de Santa Maria/RS nos quais foi divulgada a pesquisa.

2.5 Critérios de inclusão:

Os critérios de inclusão definidos nesta pesquisa foram:

- 1) Sujeitos que apresentassem um único AVE, isquêmico ou hemorrágico, com no mínimo seis meses entre o *ictus* e sua inclusão no estudo, comprovado por tomografia computadorizada ou ressonância magnética, com comprometimento dimidiado, predominante em um dos membros superiores, sem história de lesões prévias;
- 2) Sujeitos com ausência de déficits cognitivos, verificada através do “Folstein Mini Mental State Examination” (Folstein *et al.*, 1975) modificado para a população brasileira por Brucki *et al* (2003), com os

seguintes pontos de corte, de acordo com os anos de escolaridade: analfabetos – 20 pontos; de 01 a 04 anos – 25 pontos; de 05 a 08 anos – 26,5 pontos; de 09 a 11 anos – 28 pontos e indivíduos com escolaridade superior a 11 anos – 29 pontos (ANEXO B);

- 3) Sujeitos com idades entre 40 e 60 anos;
- 4) Sujeitos com grau de espasticidade, detectado por meio da Escala Modificada de Espasticidade de Ashworth (Bohannon e Smith,1987) escore no máximo “2” no membro afetado (ANEXO C);
- 5) Sujeitos com limiar de dor, verificado através da escala visual analógica da dor (Teixeira, 2003), com escore de no máximo 04 no membro afetado (ANEXO D).

2.6 Critérios de exclusão:

Foram excluídos do estudo os pacientes com evidência clínica da existência de lesões encefálicas múltiplas, que apresentaram indícios de comprometimento visual avaliado pelo examinador ou que não preencheram os critérios de inclusão.

2.7 Avaliação Fisioterápica

O foco de reabilitação foi determinado a partir dos resultados da escala de desempenho físico de Fulg-Meyer *et al.* (1975), na qual a função motora do membro superior parético de cada sujeito com AVE foi graduada por um fisioterapeuta experiente, o qual examinou a incapacidade do membro superior

afetado (Mark *et al.*, 2006). Por meio da seção função de membro superior, foram avaliados os movimentos realizados dentro e fora de sinergias anormais, bem como a sensibilidade. A escala relacionada à extremidade superior totaliza 66 pontos, com escores > 65 refletindo movimento normal (Michaelsen *et al.*, 2001), entre 20 e 55 demonstrando comprometimento moderado e < 20 refletindo movimentos severamente comprometidos (Beer *et al.*, 2004). Os achados, baseados na habilidade para completar o item, foram organizados em uma escala ordinal de três pontos, em que 0 = não consegue executar; 1 = desempenho parcial; 2 = desempenho total. Nos sujeitos deste estudo, os escores na escala de Fulg-Meyer (Fulg-Meyer *et al.*, 1975) variaram de 09, indicando severo comprometimento motor, a 58, refletindo leve comprometimento motor. Na função sensorial, 24 pontos indicam uma função normal. Nos sujeitos deste estudo, os resultados variaram entre 03 a 12 pontos. A escala de Fulg-Meyer tem sido extensivamente utilizada como uma medida de incapacidade em estudos (Duncan *et al.*, 1994; Cacho *et al.*, 2004) que verificam a recuperação funcional em pacientes com acidente vascular encefálico, com alta fidedignidade teste - reteste $r=.98-.99$, *sub-testes*: $r=.87-1.00$).

Para verificar a ausência de disfunção cognitiva, utilizou-se o “Folstein Mini Mental State Examination” (Folstein *et al.*, 1975), modificado para a população brasileira por Brucki *et al.* (2003), o qual variou de 25 a 30 pontos entre os sujeitos do estudo.

O tônus muscular do cotovelo foi avaliado pela escala modificada de Ashworth (Bohannon e Smith, 1987), utilizando-se uma escala de 06 pontos

(0= tônus normal; 5= espasticidade severa), variando de 1 a 2 pontos nos sujeitos avaliados.

A intensidade do limiar de dor foi classificada utilizando-se a escala analógica de 10 pontos, sendo considerado 0 = ausência de dor; de 4 a 6 = uma intensidade moderada e 10 = dor insuportável. Nos sujeitos da pesquisa, as respostas situaram-se entre 0 e 4 (Teixeira, 2003).

2.8 Coleta dos dados

Os dados cinemáticos foram coletados com sistema análise do movimento Peak PerformanceTM (*Peak Performance Technologies Inc Colorado, USA*), versão 4.3, nas tarefas envolvendo movimentos de membro superior. Foram medidas as variáveis cinemáticas relacionadas aos ângulos do ombro, cotovelo e punho, nos planos frontal, sagital e transversal.

A calibração do espaço tridimensional foi executada antes de cada sessão de avaliação, estabelecendo os alvos de referência estacionários em um volume definido no Laboratório de Biomecânica/CEFD/UFSM. Isso possibilitou a atribuição das coordenadas tridimensionais, definindo o sistema de referência espacial, no qual os movimentos dos marcadores reflexivos, colocados nos pontos de referência anatômicos da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica, foram localizados. Desta forma, foi permitido que as modificações, nas posições do sujeito no espaço, durante o tempo, fossem calculadas, possibilitando a reconstituição das coordenadas de pontos de interesse pelo método DLT (direct linear transformation) (David, 2000). Após o cálculo desses parâmetros, os pontos de controle foram removidos, mas a

posição das câmeras, bem como sua distância focal e o foco das lentes, foram mantidas constantes (figura 2).

sistema calibração



Figura 2 – Ambiente experimental mostrando o posicionamento das câmeras e o sistema de calibração

O sinal de sincronismo, em forma de código de barras vertical, reconhecido posteriormente pelo “software” de processamento das imagens, permitiu que a captura da imagem pela câmera principal, a primeira a receber o pulso (master), e pela câmera secundária (“slave”), ocorresse simultaneamente (figura 3).

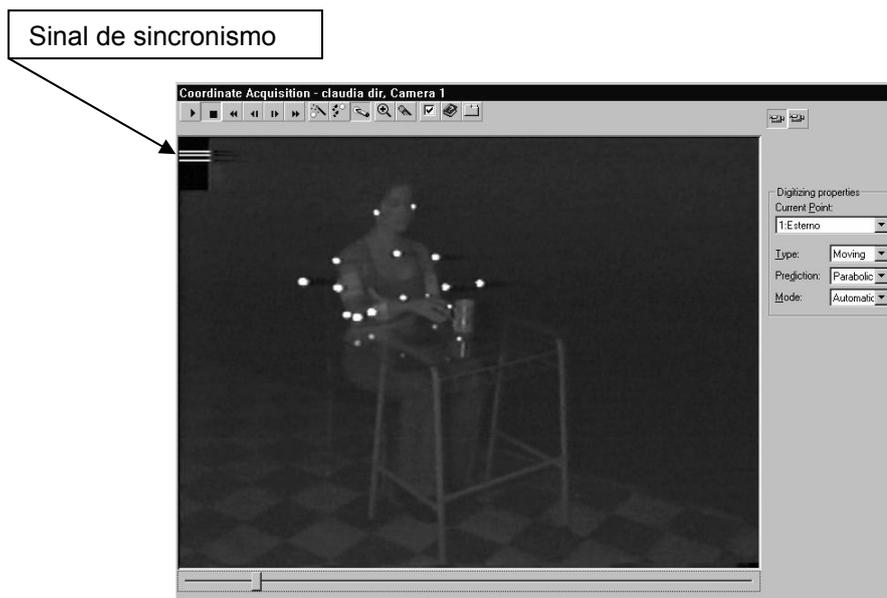


Figura 3 – Sinal de sincronismo na aquisição das coordenadas do movimento na execução da tarefa, retirado do Sistema Peak Performance.

Na análise tridimensional do movimento, foram realizadas três medidas: a primeira foi feita no início do protocolo de intervenção, o pré-teste; a segunda, na quarta semana, pós-REVE, o pós-teste 1 e a terceira, uma medida adicional, um mês após a suspensão da REVE, o pós-teste 2.

Gravaram-se os movimentos com uma frequência de amostragem de 60 Hz (Ávila et al., 2002), com marcadores reflexivos colocados nos seguintes pontos de referência anatômicos: no esterno (face superior da incisura jugular); no ombro (ponto localizado na face lateral, 5 cm abaixo do acrômio), no cotovelo (epicôndilo lateral), no punho (entre a ulna e processo estilóide do rádio) e na cabeça do 2º metacarpo (Gentile *et al.*, 2002; Messier *et al.*, 2006) (figura 4).

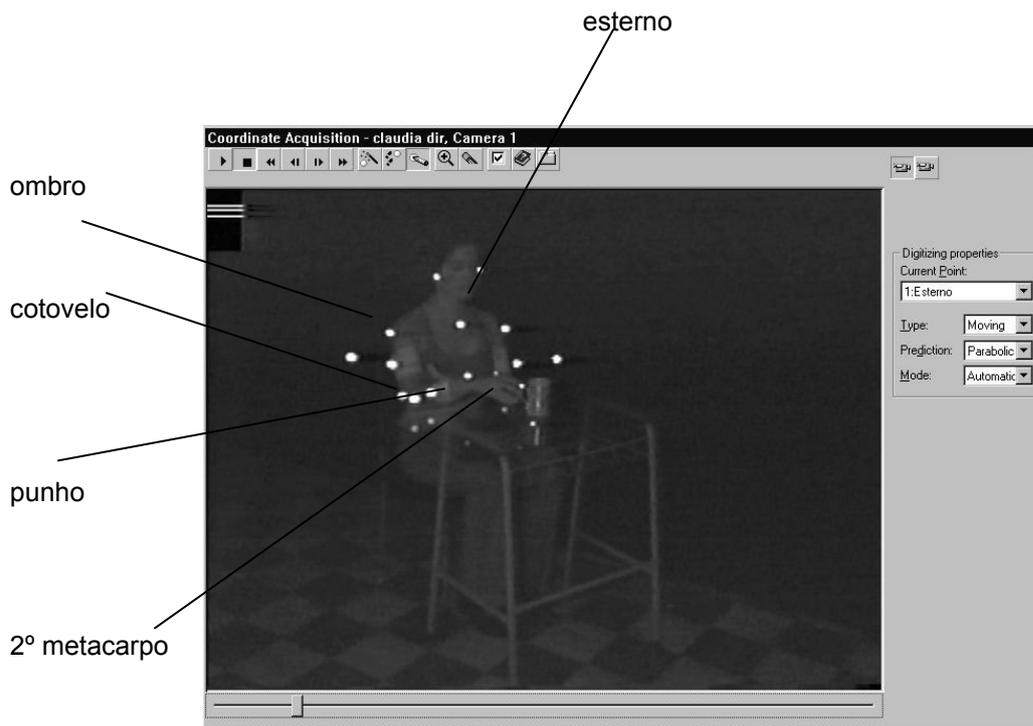


Figura 4 - Posicionamento do paciente com os marcadores reflexivos para execução da tarefa, retirado do Sistema Peak Performance

As variáveis cinemáticas foram calculadas pelo sistema Peak Motus™, através de informações provenientes das imagens de vídeo dos seguintes eventos: 1 - fase inicial do movimento (da posição inicial com a mão apoiada na mesa até o alcance do alvo); 2 - fase média do movimento (alcance do alvo à execução da atividade proposta na tarefa) e 3 - fase final do movimento (após a execução da atividade, no retorno à posição inicial).

Os dados das imagens de vídeo foram processados através do software do sistema Peak Motus™. As imagens das fitas magnéticas foram transformadas em imagens digitais, por meio do próprio software, utilizando uma placa de captura de vídeo (DC 30) acoplada ao computador Gateway 2000 E3110-233 Pentium II.

A reconstrução tridimensional foi conduzida por um modelo espacial, após a digitalização dos eventos nas diferentes tarefas. As marcas de

referência externa, nas imagens de cada tentativa de movimento, orientaram o cálculo das variáveis do estudo (figura 5).

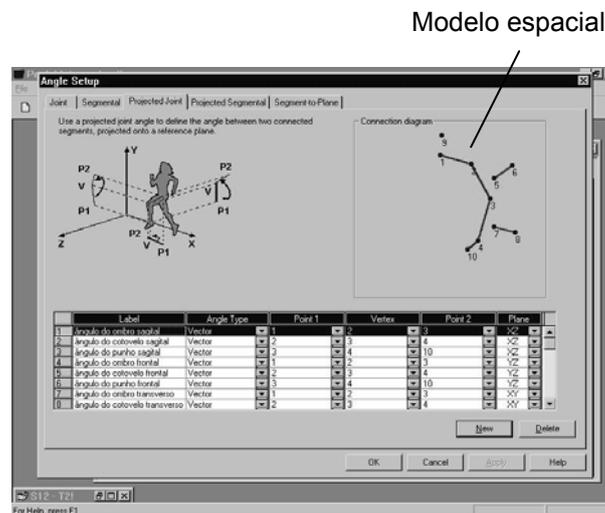


Figura 5 – Ângulos projetados no plano tridimensional e modelo espacial extraído Sistema Peak Performance.

2.9 O ambiente experimental e as tarefas de alcance e preensão

O esquema do ambiente experimental pode ser visualizado na figura 6, em que o sujeito encontra-se sentado em uma cadeira com o quadril, o joelho e o tornozelo em um ângulo de 90°. Da posição inicial, com a palma da mão apoiada na mesa, com as dimensões 59,5 x 39,5 x 76 cm, os sujeitos foram instruídos verbalmente a alcançar o alvo (2,5 cm de diâmetro), situado diretamente a sua frente, na linha média do tronco, em uma velocidade auto-selecionada. Foi solicitada a execução das seguintes tarefas: T1- alcançar o alvo à frente; T2- tocar o alvo e levar mão à boca; T3- levar a mão acima da cabeça e T4- segurar o objeto, levando-o à boca. Após isso, foi solicitado que eles retornassem à posição inicial, com a palma da mão apoiada na mesa (Byl *et al.*, 2003; Lyle, 1981). Quando sinais de fadiga eram percebidos, realizavam-se períodos de pausa e logo após reiniciava-se a execução das tarefas.

Nenhuma consideração particular foi exposta quanto ao tempo para completar a tarefa. Foram gravadas três tentativas para cada tarefa executada, com a extremidade hemiplégica e não-hemiplégica, na mesma sessão, sendo selecionada, para análise, aquela realizada de forma completa.

Neste estudo, os sujeitos foram classificados de acordo com a sua habilidade para executar ou não as tarefas funcionais propostas para avaliar o protocolo de intervenção. Foram considerados leves os que desempenharam as tarefas alcançar o alvo à frente (T1), tocar o alvo e levar mão à boca (T2), levar a mão acima da cabeça (T3) e segurar o objeto, levando-o à boca (T4). Foram classificados como moderados os que executaram, além da tarefa 1, uma das outras tarefas, como a T2 ou T3, enquanto que aqueles que apenas alcançaram o alvo (T1) foram considerados graves.



Figure 6 – Ambiente experimental mostrando o posicionamento do paciente com os marcadores reflexivos e das câmeras

A análise dos dados obtidos na avaliação cinemática, nas fases pré e pós REVE, foi realizada por meio do software IDL versão 6.3, sendo as imagens capturadas equiparadas em 500 quadros. Isso permitiu a comparação

dos resultados do lado afetado com o não-afetado, independente do tempo de realização da tarefa.

2.10 Protocolo de intervenção

Os indivíduos selecionados mantiveram-se no tratamento fisioterapêutico tradicional, que inclui atividades como: posturas simétricas e inibição de movimentos sinérgicos inapropriados, integrando ambos os membros bimanualmente e, se necessário, com auxílio da extremidade não-hemiplégica, transferências e equilíbrio, treino de marcha e em atividades da vida diária (Bobath, 1990). Foi solicitado aos terapeutas responsáveis pelo tratamento fisioterapêutico dos indivíduos selecionados que não fosse introduzida nenhuma nova modalidade de tratamento similar à proposta deste estudo, durante o período de experimentação (Page *et al*, 2001).

No protocolo, o grupo experimental utilizou a simulação proporcionada pela REVE (Ramachandran *et al.*, 1995). Realizaram-se atividades bimanuais na postura sentada, com o sujeito ergonomicamente posicionado, com adequada altura da cadeira e da mesa, sobre a qual foi colocado o espelho (45 cm x 60 cm) interposto entre seus membros superiores (figura 7) a frente do tórax. A observação da imagem da extremidade não-hemiplégica forneceu ao paciente ilusão visual direta da extremidade hemiplégica, aparentemente executando os movimentos de forma suave e controlada (Altschuler *et al.*, 1999).



Figura 7 – Posicionamento do paciente em relação ao espelho, visualizando o reflexo do movimento da extremidade não-hemiplégica como se fosse a extremidade hemiplégica se movimentando livremente no espaço.

Durante a primeira semana de intervenção, período de familiarização, os sujeitos concentraram suas estratégias na modificação da aprendizagem para identificar a mão refletida no espelho como sendo sua extremidade hemiplégica movendo-se livremente (Ramachandran *et al.*, 1995). Nas semanas subseqüentes, período de intervenção, no qual ocorreram vários blocos de repetições, foram realizados movimentos de membro superior isolados, seguidos de movimentos conjugados de crescente complexidade, levando-se em consideração, ainda, as possibilidades de variabilidade de prática (Byl *et al.*, 2003; Lyle, 1981; Shumway-Cook e Woollacott, 2003).

O grupo controle utilizou, na intervenção, um vidro transparente (45 cm x 60 cm), e os sujeitos executaram as mesmas atividades anteriormente propostas, porém, observando os movimentos da extremidade hemiplégica através da superfície transparente.

Em ambos os grupos, foi solicitado aos sujeitos que executassem o movimento, no sentido próximo-distal, da melhor forma possível, de acordo com suas possibilidades (Altschuler *et al.*, 1999). Quando não era possível a

concretização do movimento, o fisioterapeuta completava a excursão articular dentro da amplitude de movimentos possível, conforme o quadro do paciente (Bobath, 1990).

O período de duração total da intervenção com a REVE foi de quatro semanas (Altschuler *et al.*, 1999), e a frequência do programa de prática, três vezes na semana, durante 30 minutos ao dia (Stevens e Stoykov, 2003), com orientação fisioterapêutica realizada a domicílio (Dijkerman *et al.*, 2004)

2.10.1 Instruções para aplicação do protocolo de intervenção

Foram estabelecidas as seguintes orientações a serem utilizadas na rotina do protocolo de intervenção com a REVE: a necessidade de silêncio/concentração no momento terapia, o adequado posicionamento do sujeito e do suporte, bem como a sua sustentação na execução dos movimentos, quando necessário.

No grupo experimental (espelho), foi enfatizada a importância de a imagem refletida ser o próprio membro afetado do sujeito pesquisado se movimentando livremente no espaço. A realimentação visual somente foi a possibilitada pelo espelho (Altschuler *et al.*, 1999) e foi utilizada a sugestão verbal na execução dos movimentos: “suas mãos estão subindo, descendo, afastando-se ou se aproximando do espelho”.

No grupo controle (vidro), os pacientes receberam as mesmas orientações, porém apenas observaram o membro superior afetado se movimentando. Foram executados movimentos anatômicos pela extremidade hemiplégica, os quais envolviam o ombro, o cotovelo, o punho e a mão, sempre

respeitando as limitações apresentadas pelos sujeitos (Altschuler *et al.*, 1999). Procurou-se evitar esforço demasiado por parte da extremidade hemiplégica, utilizando-se o suporte e/ou a mesa como referência para limites do movimento inicial e final. A progressão foi realizada na seguinte seqüência: na 1ª semana, foram executados movimentos bilaterais isolados de cada articulação, por exemplo, no ombro flexão após extensão; na 2ª semana, realizaram-se movimentos bilaterais conjugados das articulações do membro superior, por exemplo, flexão com abdução horizontal do ombro; na 3ª semana, executaram-se movimentos bilaterais conjugados utilizando simulação de formas geométricas, como círculo, triângulo, quadrado, retângulo (Tijs e Matyas, 2006; Bobath, 1990); e na 4ª semana, associaram-se os movimentos anteriores com as tarefas de alcance e preensão utilizadas na avaliação biomecânica item 2.9). Foi enfatizado o movimento conjunto entre a extremidade hemiplégica e não-hemiplégica dentro da amplitude de movimento possível (Altschuler *et al.*, 1999). Quando o sujeito não conseguia completar a amplitude, era auxiliado pelo fisioterapeuta (Bobath, 1990).

O tempo de movimento foi selecionado pelo próprio sujeito. Realizaram-se séries de dez repetições, divididas pelo tempo da sessão, sendo as séries progressivamente aumentadas de acordo com a redução do tempo de execução do movimento.

3. RESULTADOS

3.1 Análise estatística

Foi testada a hipótese de que a resposta da extremidade hemiplégica, nas tarefas funcionais, poderia ser progressivamente incrementada no grupo experimental e/ou o tempo de movimento ser reduzido após REVE. (Ramachandran, 1995). Foram comparadas as mudanças na excursão articular do ombro, cotovelo e punho (variável angular) e no tempo de execução (variável temporal) nas tarefas executadas pela extremidade hemiplégica: alcançar o alvo (tarefa 1); alcançar o alvo e levar a mão à boca (tarefa 2); levar a mão acima da cabeça (tarefa 3) e alcançar e segurar o copo, levando-o à boca (tarefa 4); com seus respectivos eventos: 1 - fase inicial, 2 - fase média e 3 - fase final do movimento.

Os resultados obtidos, na avaliação tridimensional do movimento, foram analisados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, nas comparações entre os grupos experimental e controle. Em resposta ao protocolo de intervenção, foi esperada melhora da resposta funcional e/ou redução do tempo de realização das tarefas do membro hemiplégico. Foram realizadas comparações no grupo experimental da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica pelo teste de Wilcoxon. A análise dos dados obtidos, entre o início da aplicação do protocolo (pré-teste) e ao final desse (pós-teste 1), objetivou evidenciar o efeito da REVE na funcionalidade da extremidade hemiplégica. O pós-teste2, uma medida adicional efetuada um mês após a suspensão da REVE, serviu como referência para constatar a presença de eventuais modificações dos resultados obtidos.

Para verificar a homogeneidade em relação aos aspectos demográficos e quadro motor, aplicaram-se o teste Fisher e o teste para comparação de médias (teste t de Student) entre os grupos e para as variâncias, foi utilizado o teste H de Hartley. O nível de significância utilizado, em todos os testes, foi de 5% utilizando o pacote estatístico SAS, versão 8.02, na análise dos dados.

3.2 Comparação entre grupos

Os selecionados foram designados de maneira randômica simples (Cozby, 2003), em grupo experimental e grupo controle. Cada grupo foi constituído com número igual de sujeitos. Seus dados demográficos encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Composição do grupo experimental e do grupo controle em relação aos dados demográficos.

Grupo	Sexo		Idade [(\bar{X} \pm DP e amplitude (a))]	Tempo pós-AVE [(\bar{X} \pm SD e amplitude (a/m))]	Local da lesão	FGM1 PM=34	FGM2 PM=24
	M	F					
Experimental (n=10)	6	4	50,3 \pm 6,03 (41-57)	4,14 \pm 3,71 (1a-4m)	D, tálamo-ganglionar	32	24
					E, tumor	30	21
					D, cortical	28	22
					E, cortical	26	19
					D, ACM	29	21
					D, cápsula interna	21	5
					E, infarto lacunar	22	5
					D, cortical	27	14
					E, ACM	13	1
					D, tálamo-ganglionar	10	-
Controle (n=10)	5	5	50,4 \pm 7,79 (40-60)	4,06 \pm 4,67 (15a-6m)	D, ACM	16	-
					D, ACM	11	-
					E, ACM	17	1
					D, ACM	8	1
					D, ACM	10	-
					D, ACM	19	11
					D, ACM	30	17
					E, têmporo-occipital	24	18
					E, cortical	34	24
					D, parietal	33	24

FGM = Fugl-Meyer FGM1 (função ombro/braço) FGM2 (função punho/mão) D= direita E= esquerda; ACM= território da artéria cerebral média

Devido à distribuição randômica dos sujeitos nos grupos, idade, sexo, tempo pós-AVE e extensão da hemiplegia não foram igualados. A análise estatística não mostrou diferença significativa entre os grupos quanto aos aspectos demográficos e ao quadro motor.

A homogeneidade dos dados, em relação aos aspectos demográficos e quadro motor, foi detectada tanto pelas médias da idade ($p = 0,9748$), tempo pós-AVE ($p = 0,9687$), função ombro/braço (FGM1) ($p = 0,3588$) e função punho/mão (FGM2) ($p = 0,6842$) da escala de Fugl-Meyer, bem como pelas variâncias quanto à idade ($p = 0,4591$), ao tempo pós-AVE ($p = 0,5039$), no FGM1 ($p = 0,4317$) e no FGM2 ($p = 0,9936$), permitindo a comparação entre os grupos.

Tabela 2. Resultados da função sensorial, no teste de Fugl-Meyer, na extremidade hemiplégica no grupo experimental e grupo controle no pré-teste

Grupo	Sujeitos	Local da lesão	Sensibilidade PM=12
Experimental (n=10)	1	D, tálamo-ganglionar	8
	2	E, tumor	10
	3	D, cortical	8
	4	E, cortical	10
	5	D, ACM	5
	6	D, cápsula interna	12
	7	E, infarto lacunar	12
	8	D, cortical	4
	9	E, ACM	5
	10	D, tálamo-ganglionar	7
Controle (n=10)	1	D, ACM	10
	2	D, ACM	10
	3	E, ACM	10
	4	D, ACM	12
	5	D, ACM	6
	6	D, ACM	12
	7	D, ACM	12
	8	E, têmporo-occipital	6
	9	E, cortical	10
	10	D, parietal	10

D= direita E= esquerda; ACM= território da artéria cerebral média PM = pontuação máxima para o membro superior

O grupo experimental apresentou escores inferiores aos do grupo controle na avaliação da função sensorial. Encontrou-se, no grupo experimental, uma distribuição entre os escores 12, 10, 08 e 05 pelos sujeitos, representando 16,66% em cada pontuação, respectivamente, e entre os escores 07 e 04 com 8,33%. No grupo controle, 41,66% dos escores apresentados correspondeu à pontuação 10; 25,00%, à pontuação 12 e 16,66%, à pontuação 06.

O resultado do desempenho dos sujeitos do grupo controle e experimental, nas tarefas funcionais avaliadas, pode ser analisado no Quadro 1.

Quadro 1 – Representação das tarefas realizadas pelo grupo experimental e pelo grupo controle antes (pré-teste) e pós-REVE (pós-teste 1) e na avaliação adicional após um mês (pós-teste 2).

Grupo	Pré-teste				Pós - REVE				Suspensão REVE			
Experimental Sujeitos	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5	•	•	•		•	•	•		•	•	•	•
6	•		•		•	•	•		•	•	•	
7	•	•	•		•	•	•		•	•	•	
8	•				•				•			
9	•				•				•			
10	•				•				•			
Controle Sujeitos												
1	•				•				•			
2	•				•				•			
3	•				•				•			
4	•				•				•			
5	•				•				•			
6	•	•			•	•			•	•		
7	•	•	•		•	•	•		•	•	•	
8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
9	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

• realizada não realizada

Para avaliar o protocolo de intervenção utilizado na REVE, os sujeitos foram classificados de acordo com a sua habilidade para executar ou não as tarefas funcionais propostas (Quadro1). Foram considerados leves os que desempenharam as tarefas alcançar o objeto à frente (T1), tocar o alvo e levar

a mão à boca (T2), levar a mão acima da cabeça (T3) e segurar o objeto, levando-o à boca (T4). Consideraram-se como moderados os que executaram, além da tarefa 1, uma das outras tarefas, como T2 ou T3, enquanto os que conseguiram apenas alcançar o alvo (T1) foram classificados como grAVEs.

Como é possível se observar no grupo experimental, foram encontrados quatro sujeitos classificados como leve, três sujeitos moderados e três grAVEs, enquanto que, no grupo controle, existiam três sujeitos classificados como leve, dois como moderados e cinco como grAVEs. No grupo controle, não houve modificação no número de tarefas executadas pelos sujeitos nos diferentes períodos, porém, no grupo experimental, a simples inspeção visual dos resultados no pré-teste, pós-REVE (pós-teste 1) e na medida adicional (pós-teste 2), após um mês, mostraram que a habilidade para executar as tarefas foi modificada no sujeito cinco, com a execução da tarefa 4 no pós-teste 2, modificando sua classificação para leve, e no sujeito seis, ao executar a tarefa 2 no final do período experimental.

3.3 Análise da hipótese experimental

As variáveis angular e temporal foram comparadas nas seguintes situações: (a) primeira, entre o grupo experimental e o grupo controle, quanto à resposta da extremidade hemiplégica à REVE, nas diferentes tarefas e períodos; e (b) segunda, no grupo experimental, em que os resultados da extremidade hemiplégica, no grupo experimental, foram comparados isoladamente e após em relação aos obtidos na extremidade não-hemiplégica nos diferentes períodos. A comparação entre os diferentes períodos foi

realizada antes da aplicação do protocolo de intervenção (pré-teste), após a REVE (pós-teste 1), e na medida adicional, ao final de um mês, período entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2, para constatar se os resultados verificados no pós-teste 1 haviam se mantido. Nesses períodos, entre o pré-teste, o pós-teste 1 e entre o pós-teste 1 e pós-teste 2, foram ainda analisadas as tarefas de alcançar o alvo (tarefa 1); alcançar o alvo e levar a mão à boca (tarefa 2); levar a mão acima da cabeça (tarefa 3) e alcançar e segurar o copo, levando-o à boca (tarefa 4), com seus respectivos eventos: 1 - fase inicial, 2 - fase média e 3 - fase final do movimento.

Nas tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7, estão dispostos os resultados que mostram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) nas diferentes comparações.

3.3.1 Comparação da resposta da extremidade hemiplégica à REVE no grupo experimental, nas variáveis angular e temporal, com o grupo controle, nas diferentes tarefas e períodos.

Os resultados da análise entre o grupo controle e grupo experimental, para as variáveis angulares (ombro, cotovelo e punho), são apresentados relacionando a resposta da extremidade hemiplégica em ambos os grupos nas tarefas (1, 2, 3 e 4) em relação aos períodos antes e após a REVE (pré-teste e pós-teste1) (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos resultados da variável angular da extremidade hemiplégica entre o grupo controle e o grupo experimental antes e após a REVE.

Período	Tarefa	Ângulo	Evento	Grupo	n	\bar{x} angular	D. P.	Valor de p^*
Pré-teste	T1	Ombro	3	Experimental	10	107,63	4,49	0,0284
				Controle	10	191,36	28,75	
	T2	Ombro	1	Experimental	6	105,11	6,90	0,0446
				Controle	5	99,22	8,55	
	T4	Punho	2	Experimental	4	143,25	6,12	0,0339
				Controle	3	156,80	1,71	
Pós-teste1	T1	Ombro	3	Experimental	10	105,35	6,85	0,0494
				Controle	10	98,37	7,61	

* Teste de Kruskal-Wallis T1: alcançar à frente e tocar o alvo; T2: tocar o alvo e levar mão à boca; T4: segurar objeto, levando-o à boca, retornando à posição inicial; eventos: fase inicial = 1, fase média = 2 e fase final = 3. n = número de pacientes completaram a tarefa.

A variação do número de sujeitos (n), nos resultados apresentados na Tabela 3, ocorreu em função da execução ou não das tarefas pelos 10 sujeitos do grupo experimental e pelos 10 sujeitos do grupo controle.

Diferenças estatisticamente significativas, entre os sujeitos do grupo experimental e do grupo controle, foram evidenciadas na posição articular do ombro no final do movimento, evento 3, na tarefa de alcance do alvo (T1) e na posição inicial do evento (1), ao alcançar o alvo e levar a mão à boca (T2). As diferenças também foram estatisticamente significativas ao se comparar o ângulo articular do punho no evento 2 da tarefa 4 (segurar o objeto, levando-o à boca, retornando à posição inicial). A tarefa 3 (levar a mão acima da cabeça) e o tempo de execução das diferentes tarefas, ou seja, as variáveis temporais, não apresentaram diferenças significativas antes da aplicação do protocolo de intervenção (pré-teste).

Encontrou-se uma modificação no grupo experimental no posicionamento articular do ombro no final da execução da tarefa de alcançar o alvo (T1), evento 3, pós-REVE (pós-teste 1), na comparação com o grupo controle ($p < 0,05$).

No entanto, no pós-REVE dois sujeitos do grupo experimental demonstraram evolução no desempenho funcional de tarefas treinadas com a extremidade hemiplégica, coincidindo com aumento de seu repertório de possíveis tarefas funcionais. Esse fato foi evidenciado no desempenho das tarefas em diferentes períodos, nos quais, por exemplo, os sujeitos cinco e seis do grupo experimental apresentaram modificação no desempenho das tarefas funcionais e no padrão de coordenação nas tarefas avaliadas.

Observou-se, após a REVE (pós-teste1), que o sujeito seis alcançou o alvo e conseguiu levar a mão à boca (T2) e que, na medida adicional, após um mês (pós-teste 2), o sujeito cinco conseguiu alcançar o copo e levá-lo à boca (T4) figura 8, comprovando o efeito da REVE em 20% dos sujeitos do grupo experimental.

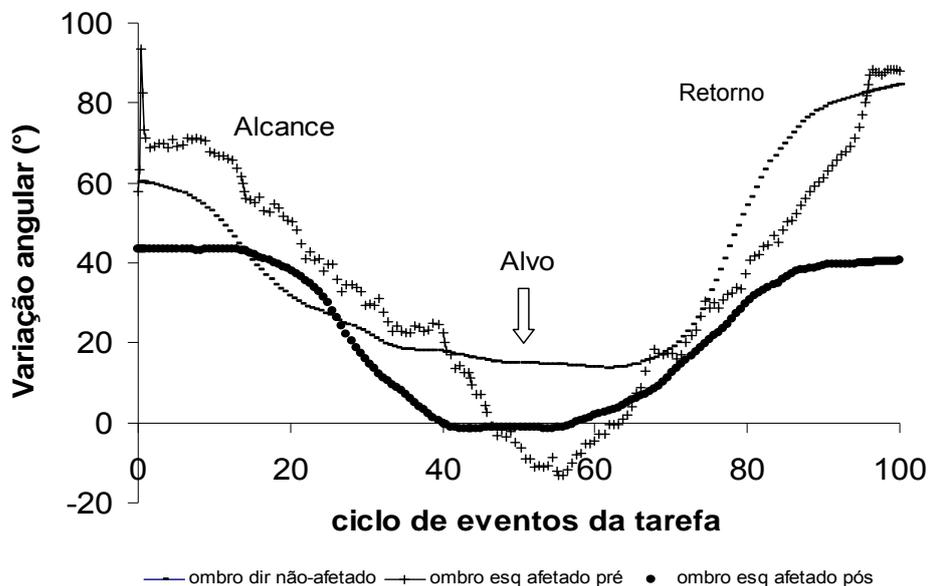


Figura 8 - Variação angular no ciclo de eventos do ombro afetado e não afetado do sujeito cinco, grupo experimental, executando a tarefa 1 (alcance do alvo), pré e pós REVE, após equiparação dos resultados pelo IDL.

Como pode ser observado na figura 8, os resultados da avaliação cinemática, nas fases pré e pós REVE, foi exemplificado pelas modificações dos ângulos dos movimentos do ombro afetado e não-afetado na tarefa 1. A curva representativa dos movimentos do ombro hemiplégico do sujeito cinco do grupo experimental, no pré-teste, apresentou maior variação dos movimentos articulares, resultando em traçado mais irregular, traduzindo uma expressiva incoordenação (+) na execução do movimento. Por outro lado, a curva representativa do ombro hemiplégico, após a REVE, revelou-se mais uniforme (●), aproximando-se sensivelmente à do lado não-afetado (-), com ausência de variações significativas na amplitude do movimento, traduzindo a melhora obtida na coordenação motora.

3.3.2. Comparação da resposta da extremidade hemiplégica no grupo experimental à REVE, nas variáveis angular e temporal, nas diferentes tarefas e entre os períodos.

Os resultados da análise das variáveis angular e temporal, no grupo experimental, são apresentados nas Tabelas 4 e 5, relacionando a resposta da extremidade hemiplégica no grupo experimental, a REVE nas tarefas (1, 2, 3 e 4), em relação aos períodos antes (pré-teste), pós-REVE (pós-teste 1), e a medida adicional (pós-teste 2) (Tabela 4). Ainda, na Tabela 5, os períodos foram comparados dois a dois. Posteriormente, foram comparadas as respostas das extremidades hemiplégica e não-hemiplégica, no grupo experimental à REVE, nas variáveis angular e temporal nas mesmas tarefas e períodos (Tabelas 6 e 7).

3.3.2.1 Comparação entre os períodos: pré-teste x pós-teste 1 x medida adicional (pós-teste 2); pós-teste 1 x pré-teste e, pós-teste 2 x pré-teste

A análise dos resultados apresentados pela extremidade hemiplégica, no grupo experimental, após a REVE, na variável temporal, comparando as diferentes tarefas 1, 2, 3 e/ou 4 e períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2, podem ser observados nas Tabelas 03 e 04. A variável angular não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as médias da extremidade hemiplégica na comparação dos diferentes períodos e tarefas ($p > 0,05$).

Tabela 4. Comparação dos resultados da variável temporal da extremidade hemiplégica no grupo experimental submetido à REVE, nos diferentes períodos e tarefas.

Período	Tarefa	n	\bar{x} tempo	D.P.	Valor de p*
Pré- teste	1	10	14,69	11,50	
Pós-teste 1	1	10	6,00	3,80	0,0078
Pós-teste 2	1	10	6,92	3,32	

* Teste de Wilcoxon; T1: alcançar à frente e tocar o alvo retornando à posição inicial.

É possível se verificar, na Tabela 4, que a variável temporal apresentou diferença estatisticamente significativa quando os sujeitos realizaram a tarefa 1.

Tabela 5. Comparação dos resultados da variável temporal da extremidade hemiplégica no grupo experimental submetido à REVE, nas tarefas e nos períodos pré-teste e pós-teste 1 e pré-teste e pós-teste 2.

Período	Tarefa	n	\bar{x} tempo	D.P.	Valor de p*
Pós-teste 1	1	10	6,00	3,80	0,0147
Pré-teste	1	10	14,69	11,50	
Pós-teste 2	1	10	6,92	3,32	0,0279
Pré-teste	1	10	14,69	11,50	

* Teste de Wilcoxon; T1: alcançar à frente e tocar o alvo retornando à posição inicial.

Comparando os períodos dois a dois, observa-se, na Tabela 5, que a resposta à REVE, no pós-teste 1 e na medida adicional, após um mês (pós-teste 2), indicam, respectivamente, diferença significativa ($p = 0,0147$ e $p = 0,0279$) em relação ao início da intervenção (pré-teste).

Não houve diferença significativa na comparação entre os períodos ao final da aplicação da REVE (pós-teste 1) e na medida adicional (pós-teste 2) ($p = 0,2867$), indicando que um mês após o término do tratamento os resultados da variável temporal se mantiveram inalterados.

Isso pode ser verificado nas Figuras 9 a 12, as quais representam a variabilidade dos dados em torno da média ± 1 desvio padrão (DP) do tempo em segundos na execução das tarefas (1 a 4), nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2, pelo grupo experimental.

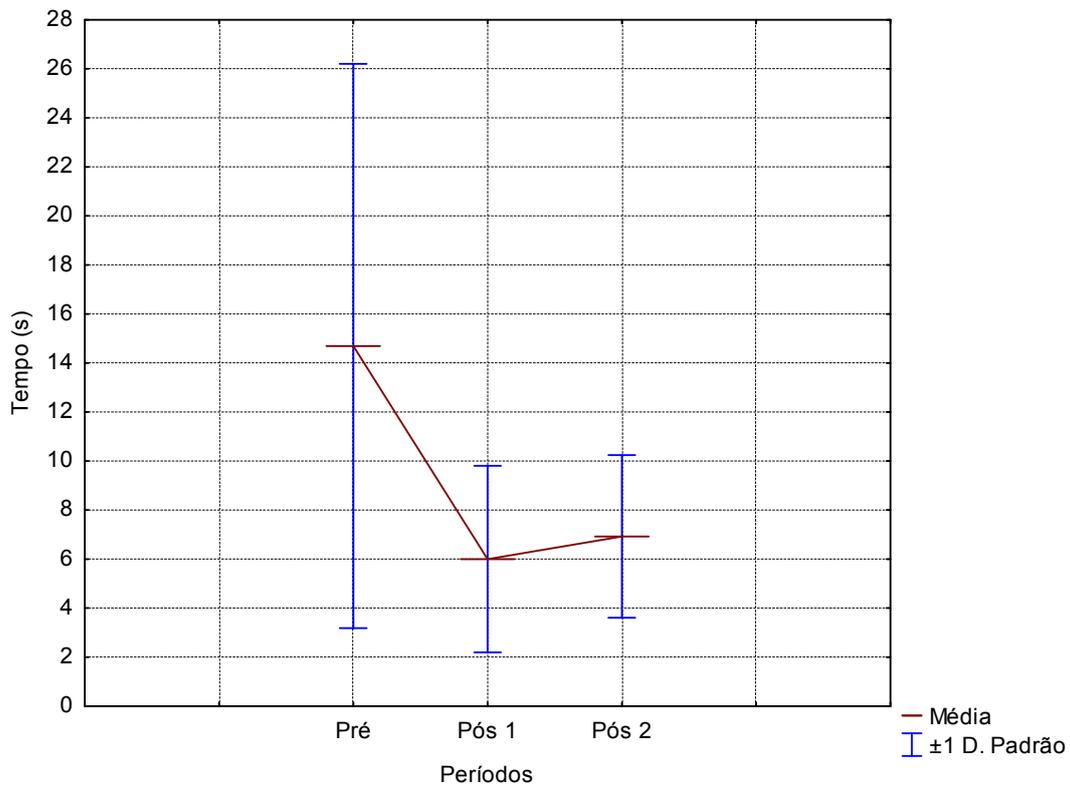


Figura 9 – Representação da redução na variabilidade dos dados em torno da média \pm 1 desvio padrão (DP) do tempo em segundos (s), na execução do alcance ao alvo, tarefa 1, pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.

Observou-se a redução da média no tempo de execução do movimento apresentado pela extremidade hemiplégica nos dez sujeitos do grupo experimental, na execução da tarefa 1. Isso é representado através da diminuição na barra representativa da média do tempo de execução, comprovando o efeito da REVE (pós – teste 1) em relação ao pré – teste, mantendo-se no pós - teste 2, com uma pequena variabilidade.

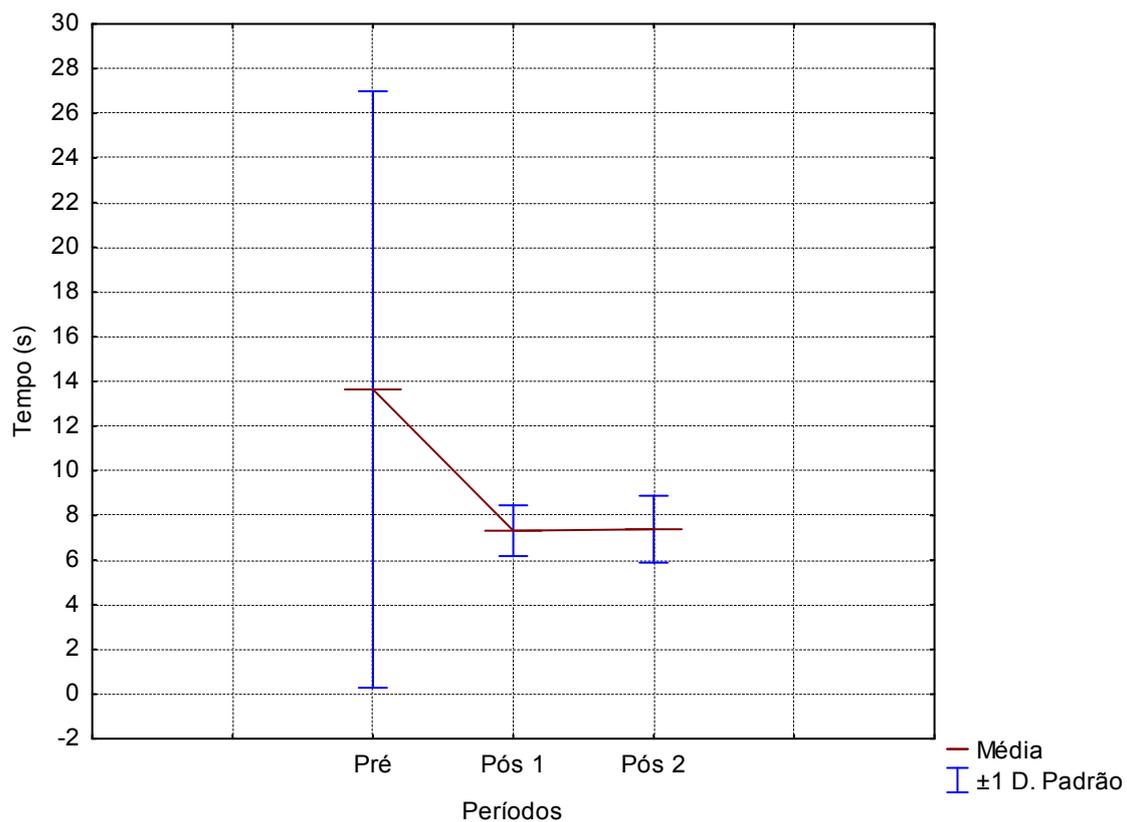


Figura 10 - Representação da redução na variabilidade dos dados, em torno da média ± 1 desvio padrão (DP), do tempo em segundos (s) na execução do alcance do alvo e levar a mão à boca (T2), pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.

Verificou-se que a redução da média no tempo de execução, apresentado pela extremidade hemiplégica dos sujeitos do grupo experimental que executaram a tarefa 2, aponta o efeito da REVE (pós-teste 1), em relação ao pré-teste, permanecendo constante na medida adicional (pós-teste 2), inclusive com o sujeito seis passando a realizar essa tarefa no pós-teste 1.

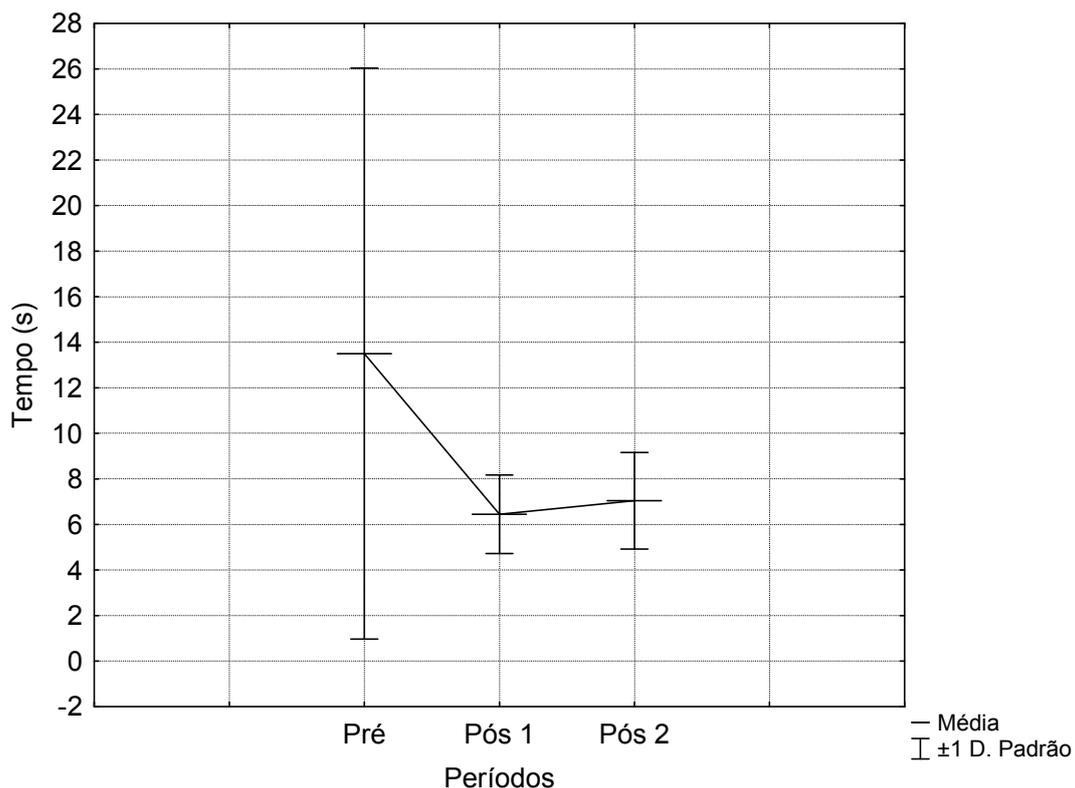


Figura 11 – Representação da redução na variabilidade dos dados em torno da média ± 1 desvio padrão (DP) do tempo em segundos (s) ao levar a mão acima da cabeça (T3), pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.

Notou-se que a redução da média do tempo de execução do movimento, demonstrada pela extremidade hemiplégica dos sujeitos do grupo experimental que executaram a tarefa 3, comprovou o efeito da REVE (pós- teste 1), em relação pré- teste, mantendo-se no pós-teste 2 com uma pequena variabilidade.

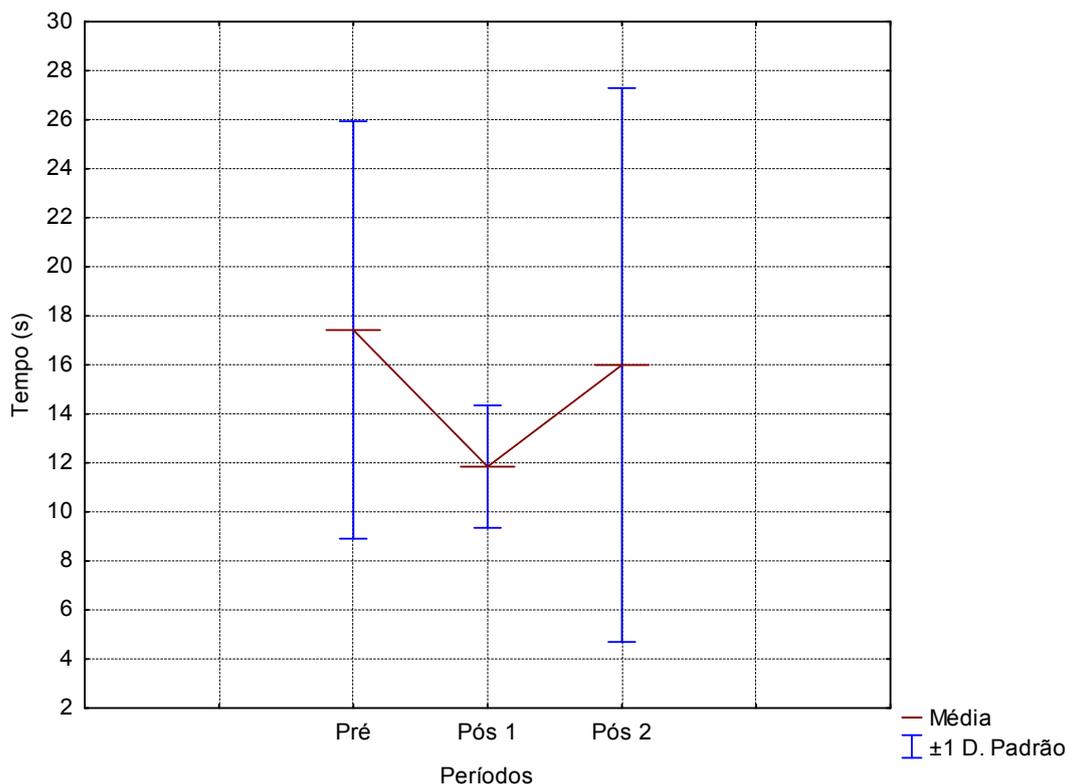


Figura 12 – Representação da redução na variabilidade dos dados em torno da média ± 1 desvio padrão (DP) do tempo em segundos (s) ao levar o copo à boca (T4), pelos sujeitos do grupo experimental, nos períodos pré - teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.

Constatou-se que a média, na redução do tempo de movimento apresentado pela extremidade hemiplégica, nos sujeitos do grupo experimental que executaram a tarefa 4, no pós – teste 1, apontou o efeito da REVE em relação ao pré - teste. A variabilidade dos resultados em torno da média do tempo de execução manteve-se reduzida, com ligeiro aumento na medida adicional (pós-teste 2), pois o sujeito cinco passou a executar essa tarefa nesse período, o que influenciou a variabilidade dos dados no que se refere à média.

3.3.2.2. Comparação da resposta da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica do grupo experimental à REVE, nas variáveis angular e temporal, nas diferentes tarefas e períodos.

Os resultados da análise no grupo experimental, para as variáveis angular e temporal, podem ser observados nas Tabelas 6 e 7, relacionando a resposta da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica nas tarefas 1, 2, 3 e 4 e eventos inicial, médio e final em relação aos períodos pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2.

Tabela 6 - Comparação dos resultados da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica dos dez sujeitos do grupo experimental, na variável angular, em relação às tarefas, aos eventos e aos períodos.

Período	Tarefa	Ângulo	Evento	Extremidade	n	\bar{x} angular	D. P.	Valor de p*
Pré-teste	T1	ombro	2	Hemiplégica	10	105,48	5,08	0,0351
				Não-hemiplégica	10	86,90	6,69	
Pós-teste1	T1	ombro	1	Hemiplégica	10	101,58	5,97	0,0279
				Não-hemiplégica	10	112,18	9,99	
				cotovelo	2	Hemiplégica	10	
Não-hemiplégica	10	117,94	5,81					
Pós-teste1	T1	punho	1	Hemiplégica	10	157,12	8,90	0,0203
				Não-hemiplégica	10	167,16	5,13	
Pós-teste1	T1	punho	3	Hemiplégica	10	158,99	6,98	0,0159
				Não-hemiplégica	10	167,45	5,05	
Pós-teste2	T1	cotovelo	2	Hemiplégica	10	105,88	15,07	0,0036
				Não-hemiplégica	10	126,95	8,04	

* Teste de Wilcoxon T1: alcançar a frente e tocar o alvo; eventos: fase inicial = 1, fase média = 2 e final = 3.

Diferença significativa ($p < 0,05$) foi encontrada na resposta da extremidade hemiplégica quando comparada com a não-hemiplégica no grupo

experimental, na variável angular pós-REVE (pós-teste 1), durante o alcance do alvo (T1). As modificações isoladas, nos movimentos de ombro, cotovelo e punho na extremidade hemiplégica, não permitiram estabelecer uma relação entre os diferentes eventos (inicial, médio e final) na execução da tarefa 1.

Tabela 7 - Comparação dos resultados da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica dos dez sujeitos do grupo experimental, na variável temporal, em relação às tarefas, aos eventos e aos períodos.

Período	Tarefa	Variável	Extremidade	n	\bar{x} tempo	D. P.	Valor de p*
Pré-teste	T1,	tempo	Hemiplégica	10	14,69	11,50	0,0035
			Não-hemiplégica	10	4,35	1,51	
Pós-teste 1	T1	tempo	Hemiplégica	10	6,01	3,80	0,0410
			Não-hemiplégica	10	3,79	1,77	
Pós-teste 2	T1	tempo	Hemiplégica	10	6,92	3,32	0,0054
			Não-hemiplégica	10	3,72	1,36	
	T2	tempo	Hemiplégica	7	7,38	1,49	0,0147
			Não-hemiplégica	7	4,38	1,08	
T3	tempo	Hemiplégica	7	7,03	2,12	0,0303	
		Não-hemiplégica	7	4,06	1,01		
T4	tempo	Hemiplégica	5	15,99	11,29	0,0335	
		Não-hemiplégica	5	7,03	0,50		

* Teste de Wilcoxon T1: alcançar à frente e tocar o alvo; T2: tocar o alvo e levar mão à boca; T3: levar a mão acima da cabeça e, T4: segurar o objeto levando-o à boca retornando a posição inicial.

A variação do número de sujeitos nos resultados, apresentados na Tabela 7, deu-se em função da execução ou não das tarefas pelos 10 sujeitos do grupo experimental.

A variável temporal mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) na tarefa de alcance do alvo (T1) quando foram comparadas as respostas no início do protocolo de intervenção (pré-teste) e no pós-teste 1 pós-REVE.

Foi constatada, ainda, na comparação das extremidades hemiplégica e não hemiplégica, diferença significativa ($p < 0,05$) quanto ao tempo de

execução em todas as tarefas analisadas na medida adicional (pós-teste 2), indicando uma provável modificação na resposta funcional, com reaprendizagem de componentes do movimento. Tal fato pode ser atribuído ao efeito da REVE na extremidade hemiplégica, visto que, na análise das variáveis angular e temporal, como era de se esperar, na extremidade não-hemiplégica, os resultados não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), na comparação entre os diferentes períodos, tarefas e eventos.

4. DISCUSSÃO

Este estudo investigou os efeitos da imagem mental em resposta ao estímulo visual em espelho (REVE) na reabilitação da função motora do membro superior, na hemiplegia por seqüela de AVE, em fase crônica (≥ 6 meses), em sujeitos adultos, de ambos os sexos, provenientes de serviços de reabilitação públicos e privados.

De acordo com a hipótese de pesquisa (H_1), a reabilitação da extremidade superior hemiplégica, em sujeitos com hemiplegia crônica por seqüela de AVE do grupo experimental, seria influenciada pela REVE. A modificação na resposta funcional da extremidade hemiplégica, após a aplicação da REVE, foi manifestada em mudanças na excursão articular do ombro, cotovelo e punho, variável angular, com a execução de um maior número de tarefas, da tarefa 1 para tarefa 2, dessa para a tarefa 3 e/ou tarefa 4 sucessivamente, e/ou com uma redução no tempo de realização das tarefas, variável temporal. Esses achados foram considerados como um efeito positivo da REVE.

Quando se avaliou o comprometimento motor, por intermédio da análise cinemática dos movimentos da extremidade hemiplégica, buscou-se quantificar a extensão das mudanças eventualmente produzidas pela aplicação da REVE na função motora por meio da avaliação de habilidades funcionais de alcance e preensão da extremidade hemiplégica. Os resultados de muitos estudos relacionados a comprometimentos da extremidade superior pós-AVE são restritos ao comprometimento motor e não são generalizáveis para função do

membro superior, nem para as atividades da vida diária (Taub *et al.*, 1998; Wagenaar e Meijer, 1991; Kwakkel *et al.*, 1997; Altschuler *et al.*, 1999).

Considera-se significativa a medida da qualidade do movimento humano no diagnóstico de desordens patológicas do movimento ou avaliação de resultados da reabilitação. Na concepção de Yang *et al.* (2002), quando a análise dos movimentos dos membros superiores se tornar uma rotina, um conjunto de tarefas discriminativas (normais versus patológicas) ou de tarefas funcionais, como, por exemplo, atividades de vida diária, poderá ser estabelecido.

A avaliação feita, nesta investigação, das modificações das variações angulares e da mudança clínica significativa, como a medida do tempo de movimento nas variações temporais, no desempenho das diferentes tarefas obtidas pela aplicação da REVE, foi baseada na significância estatística dos valores numéricos na resposta da extremidade superior hemiplégica na comparação entre o grupo controle e o grupo experimental. As respostas da extremidade hemiplégica nos grupos pesquisados mostraram que as diferenças na variável angular, no grupo experimental, ocorreram na articulação do ombro após a aplicação da REVE, no final do movimento dessa articulação (evento 3) e na tarefa de alcance do alvo (T1). Essa constatação, na tarefa 1, tarefa de menor complexidade, modificando a posição articular somente ao final do movimento, impossibilitou uma análise aprofundada do impacto desse resultado na resposta funcional dos sujeitos no grupo experimental. Como não foram encontradas diferenças significativas na variável angular, para as demais tarefas (T2, T3 e T4), não foi também possível estabelecer uma relação entre os diferentes eventos da tarefa (fase inicial, fase

média e final do movimento), nem relacionar as mudanças no comprometimento motor, com modificações no uso funcional da extremidade superior.

Muitos estudos que obtiveram sucesso na reabilitação do membro superior, na hemiplegia crônica pós-AVE, têm se baseado em programas inovadores derivados de modelos teóricos de aprendizagem motora (Cauraugh e Summers, 2005; McCombe *et al.*, 2006), em estudos com animais sobre aquisição de habilidades (Pons *et al.*, 1991; Merzenich *et al.*, 1984), no reconhecimento da importância do “biofeedback” no desempenho motor (Cozean *et al.*, 1988; Woldag e Hummelsheim, 2002) e no uso de atividade repetitiva (Bütefisch *et al.*, 1995; Jack *et al.*, 2001; Hesse *et al.*, 2006).

Neste trabalho, a base teórica utilizada, para estabelecer o protocolo de atividades utilizadas na intervenção com a REVE, derivou de modelos da aprendizagem motora (Carr e Shepherd, 1988 e 2008), do desenvolvimento de habilidades em animais (Pons *et al.*, 1991; Merzenich *et al.*, 1984), da abordagem neuroevolutiva (Bobath, 1990) e de estudos com membros fantasma (Ramachandran *et al.*, 1995, 1996; 1999). O objetivo das atividades foi voltado ao desenvolvimento da função do membro superior em atividades da vida diária. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas no desempenho final comparando o grupo experimental e o controle. Isso, evidentemente, pode explicar que resultados benéficos similares podem ser obtidos tanto pela REVE como pela terapia convencional.

Entretanto, a seleção de pacientes de cada grupo pode ter se constituído em um viés desse estudo. Foi extremamente difícil selecionar pacientes, similar tempo decorrido entre o advento do AVE e o início da terapia e grau de

incapacidade. Verificou-se, nesse trabalho, que, apesar das tentativas de se estabelecer uma homogeneidade entre os grupos, encontrou-se número maior de sujeitos com a classificação grAVE, que conseguiram realizar somente a tarefa 1, no grupo controle e foi encontrado maior comprometimento sensorial no grupo experimental. Conseqüentemente, a comparação entre grupos pode não ter sido a ideal, o que deve ser considerado em futuros estudos.

Outro possível e importante viés a ser considerado, no presente estudo, é que as duas variáveis analisadas, a variável angular e a variável temporal, medidas no desempenho do membro superior, em atividades de alcance e preensão, podem não ter espelhado, com exatidão, a capacidade funcional do paciente em atividades da vida diária. Embora não tenha sido encontrada diferença estatisticamente significativa entre essas variáveis, na comparação do grupo experimental com o grupo controle, a impressão subjetiva do desempenho dos sujeitos submetidos à REVE, nas atividades de vida diária, é a de que houve notável melhora quando comparados ao grupo controle.

O desempenho, nas tarefas propostas voltadas para as atividades de vida diária, pode ter sido dificultado na avaliação por meio cinemático, já que os sujeitos utilizam mecanismos comportamentais compensatórios, os quais diferem de forma significativa de sujeito para sujeito, o que dificulta uma comparação (Duncan, *et al.*, 1994). Foi notado, por exemplo, na atividade de alcançar o alvo, que alguns pacientes projetaram o tronco para frente, movimento esse que não foi analisado no presente estudo (Messier *et al.*, 2006). Em trabalhos futuros, possivelmente, as variáveis cinemáticas a serem analisadas terão que ser modificadas, tendo como foco principal examinar as habilidades desenvolvidas em ambiente de vida real para permitir uma melhor

comparação entre os grupos (Messier *et al.*, 2006). No entanto, deve ser considerado que os testes de laboratório indicam o máximo de capacidade de recuperação motora reabilitada, embora, com frequência, os sujeitos não utilizem completamente a capacidade desenvolvida no ambiente de vida real (Taub *et al.*, 1998).

Alterações secundárias, como mudanças músculo-esqueléticas, no comprimento muscular, rigidez articular, dor, atrofia muscular, paralisia e dificuldades de coordenação podem influenciar a recuperação do uso funcional da extremidade hemiplégica pós-AVE (Duncan *et al.*, 1994; Garry. *et al.*, 2005). A compensação com o lado não afetado pode levar à aprendizagem de estratégias anormais de movimento, causando o desuso da extremidade superior comprometida. Igualmente, o sujeito pode utilizar a extremidade afetada da melhor maneira possível, aprendendo a usar estratégias de movimento compensatórias e anormais (Lincoln, Parry e Vass, 1999).

Neste estudo, não foram encontradas alterações secundárias que impedissem a execução das tarefas funcionais tanto nos sujeitos do grupo controle quanto nos do grupo experimental. Notou-se, entretanto, que 20% dos sujeitos do grupo experimental (sujeitos cinco e seis), apresentaram aumento do número das tarefas funcionais executadas e modificação no padrão de coordenação nas tarefas avaliadas. Observou-se, como efeito da REVE (pós-teste 1), que o sujeito seis conseguiu alcançar o alvo e levar a mão à boca (T2), e, na avaliação adicional após um mês (pós-teste 2), o sujeito cinco alcançou o copo e conseguiu levá-lo à boca (T4). Essas situações comprovaram o efeito do protocolo de intervenção em um número substancial

de sujeitos, embora essas constatações não tenham gerado resultado em diferença estatisticamente entre o grupo experimental e o grupo controle.

Ao verificar o tempo de execução das tarefas funcionais pela extremidade hemiplégica, a variável temporal também não mostrou diferença significativa entre as médias apresentadas pelos sujeitos do grupo experimental após a REVE quando comparada com os sujeitos do grupo controle. Todavia, pode ser que a comparação feita entre esses grupos, como um todo, tenha ocultado os benefícios em um subgrupo de indivíduos do grupo experimental, o que seria coincidente com estudos piloto de Stevens e Stoykov (2003, 2004), os quais demonstraram que a resposta à REVE se constitui em função principalmente baseada no tempo. Muitos estudos controlados oferecem ao paciente a intervenção experimental uma hora por dia, três vezes por semana, durante dois a três meses (Duncan *et al*, 2003). No entanto, Dobkin (2004) preconiza que uma terapia funcional, para determinada tarefa do membro superior, obteria maiores ganhos em controle motor e força se fosse permitido ao paciente continuar o tratamento até que não ulterior ganho funcional fosse obtido depois de, pelo menos, dez sessões adicionais.

Com base em resultados obtidos em diferentes estudos existentes na literatura, esperava-se que o grupo experimental apresentasse modificação na resposta funcional, na comparação das variáveis angulares e temporais e na execução das tarefas após a aplicação da REVE (pós-teste 1). Uma melhora considerável na amplitude, velocidade e precisão dos movimentos, em pacientes hemiplégicos com propriocepção ausente ou comprometida, foi relatada por Altschuler *et al*. (1999); a redução no tempo de execução de tarefas, a graduação da preensão e a maior coordenação e fluidez nos

movimentos foi encontrada por Sathian *et al.*, (2000) também em um paciente com sensibilidade comprometida; a redução no tempo de movimento e o aumento da resposta funcional ainda foram detectados por Stevens e Stoykov (2003; 2004). Em contraste como os resultados positivos encontrados por Altschuler *et al.* (1999) e Sathian *et al.* (2000), em sujeitos com comprometimento na sensibilidade, verificou-se, neste estudo, que o maior comprometimento sensorial foi apresentado pelo grupo experimental, porém essa constatação parece não ter influenciado a resposta à REVE no grupo experimental quando comparado ao grupo controle.

Outro fator que dificulta a comparação entre os vários estudos é que o tempo de intervenção, a frequência de sessões semanais e sua duração variam muito entre os diferentes autores. Quanto à frequência e duração do tratamento, diversos estudos utilizando a REVE, em pacientes com seqüelas de AVE, mostraram variação na frequência. Essa se alterava de três a seis na semana, com duração entre 15 minutos a 30 minutos cada, e o tempo de intervenção variava de três a oito semanas (Altschuler *et al.*, 1999; Sathian *et al.*, 2000; Stevens e Stoykov, 2003; 2004). Com base na experiência adquirida no presente estudo e com base em revisões enfocando estudos controlados de técnicas de reabilitação do membro superior (Dobkin, 2004; Woldag e Hummelsheim, 2002), sugere-se a modificação do protocolo de intervenção na aplicação da REVE, como utilizado nessa pesquisa, ou seja, várias séries de dez movimentos, executadas em 30 minutos, três vezes na semana, durante quatro semanas, para um regime de prática, ampliando o número de repetições e sessões semanais, o tempo de prática diária e de intervenção, o qual deve ser mais extenso.

Entretanto, esse tratamento adicional à terapia convencional que os grupos controle e experimental continuaram realizando, no período de intervenção, representou um aumento médio de 75% do total da rotina de reabilitação dos sujeitos pesquisados, uma hora e trinta minutos sobre e acima das típicas meia à uma hora, uma a duas vezes na semana, disponibilizadas pelos serviços de saúde convencionais, as quais abrangem várias áreas, como terapia da fala, (re) treinamento cognitivo, terapia para a extremidade inferior e superior e transferências, o que não permite que a necessidade de prática repetitiva seja ministrada (Taub *et al.*, 1998; Page *et al.*, 2001). Desta forma, é perceptível que as modificações observadas, na resposta funcional de 20% dos pacientes do grupo experimental, podem ser suficientes para indicar um potencial de melhoras com maiores oportunidades de prática através do tempo. Essas oportunidades possibilitariam que os resultados previstos na hipótese de remapeamento cortical (Ramachandran, 1993) pudessem ser confirmados.

Contudo, antes de se considerar esses resultados como a inexistência de vantagem terapêutica com a aplicação da REVE, na reabilitação dos movimentos na extremidade hemiplégica, quando comparada à terapia convencional, é preciso se considerar algumas possíveis explicações para os resultados encontrados. Primeiro, o tamanho da amostra pode não ter sido o suficiente para detectar pequenas, mas significativas, diferenças na recuperação dos sujeitos no grupo experimental. Segundo, deveria ter sido observado que, apesar dos grupos terem sido considerados como estatisticamente homogêneos em sua composição, os resultados subsequentes evidenciarão a existência de vários subgrupos entre os sujeitos estudados, o que foi demonstrado pela grande variabilidade no número de

tarefas que puderam ser finalizadas pelos diferentes sujeitos (ver quadro nº 1). Terceiro, as características do protocolo de intervenção proposto, como frequência, número de repetições, duração e tempo total da intervenção, podem ter influenciado os resultados. Finalmente, quarto, a escolha das tarefas funcionais, para avaliação dos resultados da REVE, pode não ter sido a ideal por não espelhar, de modo desejável, a capacidade adquirida pelo sujeito em atividades da vida diária.

A limitação no tamanho da amostra, a variabilidade no desempenho das tarefas funcionais pelos sujeitos, as características do protocolo de intervenção e as tarefas utilizadas para a sua avaliação sugerem que o efeito da REVE, na reabilitação do membro superior, na hemiplegia crônica, poderia ser demonstrado com a utilização de amostra maior, com grupo mais homogêneo, modificações em características do protocolo de intervenção e escolha de outras tarefas funcionais. Em consequência dessas questões metodológicas e as das outras já apresentadas anteriormente, as quais podem ter influenciado a resposta à REVE no grupo experimental, quando comparado com o grupo controle, os achados deste estudo, em relação à hipótese 1, devem ser cautelosamente considerados, prevalecendo a hipótese nula a respeito da comparação entre o grupo controle e o grupo experimental.

Uma subanálise dos mesmos dados, contudo, revelou benefícios estatisticamente significativos quando o efeito da REVE foi analisado somente nos sujeitos do grupo experimental. Isso possibilitou que fossem realizadas comparações sobre os reais benefícios da REVE na extremidade hemiplégica e, ainda, entre a extremidade hemiplégica e não-hemiplégica nas diferentes tarefas e nos respectivos períodos.

Estabelecendo-se uma analogia entre a resposta da extremidade hemiplégica no grupo experimental, nas variáveis angular e temporal, antes (pré-teste), depois da REVE (pós-teste 1) e na avaliação adicional (pós-teste 2), nas diferentes tarefas (T1 a T4), somente a variável temporal mostrou diferença significativa, confirmando que a técnica é efetiva, sobretudo, no tempo de execução. Considerou-se que, a prática com imagem estivesse centrada na simulação da precisão, o que seria o nível cognitivo do processamento da ação e objetivo da intervenção, entretanto seus efeitos se manifestaram principalmente no nível comportamental, verificado na redução do tempo no desempenho real de movimentos (Stevens e Stoykov, 2003). Atualmente, vários autores sugerem que a melhora no desempenho, a partir da REVE, constitui-se numa função baseada predominantemente no tempo de execução (Stevens e Stoykov, 2003, 2004; Sathian *et al.*, 2000). Os resultados obtidos no desempenho da extremidade hemiplégica, após REVE ($p = 0,0147$), permaneceram estáveis, conforme demonstrado pela avaliação adicional realizada após um mês ($p = 0,0279$). O decréscimo no tempo de execução dos movimentos, ao alcançar o alvo (T1), não se alterou entre o final da intervenção (pós-teste 1) e a avaliação adicional (pós-teste 2) ($p = 0,2867$), indicando que um mês após o término do tratamento os resultados obtidos, em decorrência da REVE, na variável temporal, na extremidade hemiplégica, mantiveram-se inalterados. A redução no tempo de execução dos movimentos com resultados estáveis, por um período superior a três meses, foi encontrada no estudo de Stevens e Stoykov (2003).

Com base na suposição de que pelo menos alguns componentes da paralisia, no AVE, são “aprendidos”, no procedimento proposto por

Ramachandran *et al.* (1995), a REVE resultaria em comandos que seriam enviados para ambos os membros superiores realizarem movimentos simétricos espelhados, recebendo, desta forma, um “feedback” visual positivo e informando ao cérebro que o membro desaferentado se movimentava corretamente. Esse princípio utilizado no protocolo de intervenção possibilitou a comparação entre a extremidade hemiplégica e não-hemiplégica dos sujeitos do grupo experimental submetidos à REVE, nos diferentes períodos, tarefas e eventos. A diferença estatística encontrada foi confirmada em relação à variável temporal, na comparação da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica, no grupo experimental ($p < 0,05$). Tais resultados positivos são dignos de atenção, visto que apenas no estudo de Stevens e Stoykov (2003) resultados favoráveis semelhantes foram obtidos, porém com avaliações subjetivas, apresentando dados da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica em sujeitos com comprometimento motor pós-AVE.

As modificações isoladas, nos movimentos de ombro, cotovelo e punho, na comparação da extremidade hemiplégica com a não-hemiplégica, após a REVE (pós-teste 1), na tarefa de alcance do alvo (T1), apesar de apresentarem significância estatística na variável angular, não permitiram o estabelecimento de uma relação entre os diferentes eventos (inicial, médio e final) na execução da tarefa. Encontrou-se ainda diferença significativa entre as médias para o cotovelo – (evento 2) no alcance ao alvo (T1), quando foi realizada a avaliação adicional (pós-teste 2), mantendo o resultado obtido após a REVE, confirmando parcialmente, com esses resultados, a hipótese 1, em relação à variável angular, na comparação entre as extremidades hemiplégica e não-hemiplégica ($p < 0,05$).

Tal fato pode ser atribuído ao efeito da REVE na extremidade hemiplégica, pois, na análise das variáveis angular e temporal, como era de se esperar, os resultados da extremidade não-hemiplégica não apresentaram diferença significativa na comparação entre os diferentes períodos, tarefas e eventos ($p > 0,05$). Esses achados permitem aceitar a hipótese 1, em relação à variável temporal, no grupo experimental após a REVE.

Estudos referentes à prática de movimentos bilaterais fundamentados em mecanismos comportamentais e neurofisiológicos têm demonstrado grande possibilidade terapêutica na recuperação da extremidade hemiplégica pós-AVE (Muddie e Matias, 2000; Nelles *et al.*, 2001; Cauraugh e Summers, 2005; Harris-Love *et al.*, 2005). O planejamento e a execução de movimentos bilaterais, pós- AVE, pode facilitar a plasticidade cortical por três mecanismos: (a) desinibição do córtex motor, que permite um aumento do uso de vias inativas no hemisfério lesado, (b) aumento do recrutamento de vias cruzadas a partir do hemisfério contra-lateral para suplementar as vias cruzadas cortico-espinais lesadas e (c) incremento de atividade de neurônios pré-motores descendentes sob neurônios espinais. Essas considerações são semelhantes às exteriorizadas por Ramachandran quanto à plasticidade induzida pelo estímulo visual conseqüente ao uso da REVE (1998 a, b, 2005).

A redução do tempo de movimento, obtida pela resposta da extremidade hemiplégica a REVE, propiciou, de forma progressiva, a possibilidade de um maior número de repetições, o que, por sua vez, resultou no maior aproveitamento do tempo de terapia, ressaltando a importância do elemento repetitivo utilizado no protocolo de intervenção com a REVE (Bütefisch *et al.*, 1995; Stewart *et al.*, 2006; Summers *et al.*, 2007). Esse fato, associado à

redução no tempo de movimento executado, pode ter influenciado a resposta à REVE mostrada pela extremidade hemiplégica quando essa foi comparada com a extremidade não-hemiplégica no grupo experimental. O decréscimo no tempo de execução dos movimentos propiciou que um maior número de séries fosse realizado e, conseqüentemente, que os sujeitos executassem um maior número de repetições.

Um ambiente de aprendizagem estimulante, com tarefas variadas, perceptualmente desafiadoras e em quantidade significativa são a base para a (re) aprendizagem motora (Stevens e Stoykov, 2004; Mulder e Hochstenbach, 2001). Neste estudo, o ambiente de aprendizagem proposto pelo protocolo da intervenção foi estruturado em torno do reflexo dos movimentos da extremidade não-hemiplégica e do objeto no espelho. Os sujeitos pesquisados executaram séries de repetições, com possibilidade de variações na execução dos movimentos, de acordo com o foco de reabilitação do comprometimento motor dos sujeitos, definido pela escala de Fugl-Meyer (Fugl-Meyer *et al.*, 1975). Considerando que não ocorreu variação no ambiente de aprendizagem e que no protocolo de intervenção foi estabelecida uma seqüência de execução para os movimentos bilaterais das extremidades hemiplégica e não-hemiplégica, efetuaram-se, inicialmente, movimentos isolados de cada articulação, seguidos de movimentos bilaterais com a participação de mais de uma articulação e, a seguir, com formas geométricas (Franz e Ramachandran, 1998; Van de Winckel *et al.*, 2005). Finalmente, foram associadas tarefas funcionais avaliadas na biomecânica, com uso de sugestão verbal. Isso pode explicar por que somente os sujeitos com comprometimento

moderado modificaram seu desempenho funcional nas tarefas de alcance e preensão.

Dados preliminares de estudos com movimentos bilaterais utilizando estímulos auditivos verificaram, na ressonância magnética funcional, que ocorreu uma reorganização nas vias motoras contralaterais. Tal fato se constitui em uma eventual e razoável evidencia biológica para a prática de movimentos repetitivos bilaterais como terapia potencial para a reabilitação da extremidade hemiplégica pós-AVE (Luft *et al.*, 2004). Contudo, no caso de sujeitos com comprometimento motor leve, o ambiente de aprendizagem proposto no protocolo de intervenção pode não ter sido suficientemente desafiador e, no caso dos grAVEs, não ter proporcionado uma quantidade significativa de estimulação repetitiva suficiente para modificar suas respostas funcionais.

A discriminação de diferentes características espaciais, como comprimento versus formas geométricas familiares (retângulos ou triângulos) e não-familiares (quadriláteros arbitrários), foi observada por Van de Winckel *et al.* (2005) em tarefas bilaterais passivas, comprovando que diferentes circuitos fronto-parietais são ativados. A discriminação de comprimento ativa medialmente o córtex parietal superior e o pré-motor dorsal e, nas formas geométricas familiares, são ativadas as regiões mais laterais, como o córtex parietal inferior e regiões pré-motoras ventrais. Esses circuitos parieto-frontais diferenciados provêm uma nova imagem da base neuronal, a qual, partindo de estímulos somatosensoriais, viria a extrair características espaciais e sugerir que diferentes tarefas passivas de discriminação poderiam ser utilizadas para o treinamento de lesões específicas pós-AVE.

Há evidências de que a observação de ações ativa as mesmas áreas que estão envolvidas com o desempenho das mesmas ações que foram observadas, sendo o sistema de neurônios em espelho a base neural para a ocorrência desse fato, devido a sua habilidade para reordenar o quadro de representações motoras, a qual propicia um meio para a reabilitação do controle motor (Ertelt *et al.*, 2007; Franz e Packman, 2004).

Uma hipótese a ser considerada refere-se ao fato de que, na proposta da REVE, o sujeito observa o reflexo da extremidade não-hemiplégica refletida no espelho, ou seja, a simulação de uma ação a qual sugere que o sistema de neurônios espelho possa ter sido ativado simultaneamente com regiões corticais que foram ativadas pela REVE. Os mecanismos neurais que fundamentam o resultado da terapia do espelho não se encontram claros, entretanto, diversas regiões corticais foram sugeridas, em estudos prévios realizados, como sendo responsáveis por isso, entre elas a área pré-motora, a motora suplementar, a frontal e a parietal do córtex (Altschuler *et al.*, 1999; Sathian *et al.*, 2000; Ramachandran, 2005).

Estudos com estimulação magnética transcraniana, em sujeitos normais, sugerem que a excitabilidade do córtex motor primário ipsilateral, a movimentos unilaterais da mão, encontra-se facilitada pela visão do reflexo da mão movimentando-se no espelho. Essas constatações fornecem evidências neurofisiológicas que corroboram a aplicação da terapia do espelho na reabilitação pós-AVE (Garry *et al.*, 2005).

Portanto, os movimentos básicos adquiridos pela extremidade hemiplégica com a REVE podem ter favorecido o desempenho de outras atividades, na avaliação adicional após um mês (pós-teste-2). A resposta

demonstrada pelo sujeito cinco é digna de nota, conforme demonstrado na figura 8, pois, no pré-teste, ele demonstrou precário uso funcional do membro superior devido ao comprometimento motor e sensorial com coordenação e velocidade comprometidas, avaliados pela escala de Fugl-Meyer *et al.*(1975) e demonstrados pelo traçado mais irregular, na curva representativa do movimento, devido à incoordenação. A resposta à REVE desse sujeito em específico pode ser considerada a mais notável do grupo experimental, pois ele dependia totalmente da visão, devido ao seu grave comprometimento sensorial, para realizar suas atividades. Sua avaliação final, no pós-teste 2, mostrou um tempo significativamente menor na realização das tarefas. Ele começou a levar o copo à boca com coordenação e fluidez nos movimentos da extremidade hemiplégica. Aliás, o comprometimento sensorial não é infreqüente em pacientes com seqüela com AVE, tendo sido constatado em 37% dos pacientes com lesão no hemisfério direito (Steirz, 1993), precisamente a mesma região comprometida no sujeito cinco.

As conseqüências mais evidentes do comprometimento sensorial, na extremidade hemiplégica, são observadas em relação ao reconhecimento tátil, à manipulação de objetos, ao controle na força de preensão, ao controle motor e ao prejuízo funcional. Essas conseqüências são, em parte, atribuídas ao “aprendizado pelo desuso” (Smania *et al.*, 2003; Taub, 1999). Embora o protocolo de intervenção com a REVE, utilizado nesta pesquisa, não tenha sido especificamente direcionado ao comprometimento somatossensorial, as dificuldades a ele relacionadas apresentaram significativa melhora funcional no sujeito cinco. Entretanto, no grupo experimental, mais cinco sujeitos apresentaram lesão no hemisfério direito, um com pontuação abaixo à do

sujeito cinco supracitado. Não foi evidenciada, porém, modificação nas respostas funcionais, sugerindo que outros estudos devem ser realizados visando a esclarecer esse achado, pois, dentre os fatores que contribuem na autonomia funcional, após o AVE, em ordem de importância, estão o desempenho motor e o desempenho perceptual, seguidos do cognitivo (Mercier *et al.*, 2003).

Neste estudo, foram comparados hemiplégicos crônicos por seqüela de AVE em reabilitação convencional com sujeitos em que foi administrada uma terapia adicional, a resposta ao estímulo visual em espelho (REVE). Os resultados não evidenciaram diferenças significativas entre o grupo controle e o experimental, ao serem analisadas as variações angulares e temporais dos movimentos da extremidade hemiplégica em resposta à REVE em tarefas funcionais. É possível que os resultados possam ser específicos para esses sujeitos, não podendo ser concluído que a REVE, para a reabilitação do membro superior, na hemiplegia crônica pós-AVE, não seja efetiva. Acredita-se que devem ser considerados vários fatores, entre eles a heterogeneidade entre os grupos e a variabilidade na execução das tarefas.

Por outro lado, ao serem comparadas as variações angulares e temporais examinadas nos movimentos da extremidade hemiplégica e não-hemiplégica, em resposta ao estímulo visual do espelho, em tarefas funcionais, no grupo experimental, foi observada uma diferença estatisticamente significativa quanto ao tempo de execução dos movimentos pós-REVE e na avaliação adicional após um mês.

Outro ponto a ser considerado, a partir de referências da literatura específica, é o fato de a REVE ter se mostrado mais efetiva na recuperação de

sujeitos com comprometimento predominantemente sensorial pós-AVE. Caso do sujeito cinco do grupo experimental desta pesquisa cujos resultados foram referidos previamente.

Considerações sobre o que foi constatado nesse trabalho e à luz de estudos prévios, os quais demonstraram benefícios na função do membro superior em hemiplégicos crônicos, após a utilização da REVE, sugerem que investigações adicionais são necessárias para esclarecer em quais tipos de AVE essa técnica pode ser administrada, quais estratégias terapêuticas e qual o sistema de avaliação mais adequado.

5. CONCLUSÕES

A intervenção com a resposta ao estímulo visual do espelho não foi capaz de produzir efeitos positivos nas variáveis angulares e temporais dos movimentos da extremidade hemiplégica nas tarefas funcionais, no grupo experimental na situação inter-grupos.

Embora a estatística não tenha comprovado a eficiência da técnica utilizada no desempenho individual dos sujeitos que sofreram a intervenção do grupo experimental, pode ser observado importantes resultados nas variações angulares bem como nas temporais. Destacando-se principalmente as melhoras no tempo de execução, maior coordenação e fluidez nos movimentos da extremidade hemiplégica o que nos leva a não descartar o potencial de reabilitação desta técnica.

1. Adamovich SV, Archambault OS, Ghafouri M, Levin MF, Pizner H, Feldman AG. Hand trajectory invariance in reaching movements involving the trunk. *Exp Brain Res* 2001;138:288-303.
2. Adler SS, Beckers D, Buck M. *Facilitação neuro-muscular proprioceptiva: um guia ilustrado*. 2ª ed.rev. Barueri, SP: Manole; 2007.
3. Altschuler EL. Interaction of vision and movement via mirror. *Perception*. 2005;34(9):1153-5.
4. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn, ME et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *The Lancet [research letters]* 1999;353:2035-6.
5. Andre JM, Martinet N, Paysant J, Beiss JM, LeCahpelain L. Temporary phantom limbs evoked by vestibular caloric stimulation in amputees. *Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol* 2001;55:775-82.
6. Ávila AOV, Amadio CA, Guimarães ACS, David AC, Mota CB, Borges DM et al. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva. *Brazilian Journal of Biomechanics* 2002;4:57-66.

7. Aziz-Zadeh L, Maeda F, Zaidel E, Mazziotta J, Iacoboni M. Lateralization in motor facilitation during action observation: a TMS study. *Exp Brain Res* 2002;144:127-31.
8. Barreca S, Wolf SL, Fasoli S, Bohanon R. Treatment interventions for paretic upperlimb of stroke survivors: a critical review. *Neurorehabilitation and neural repair* 2003;17:220-6.
9. Bastings EP, Greenberg JP, Good DC. Hand motor recovery after stroke: a transcranial magnetic stimulation mapping study of motor output areas and their relation to functional status. *Neurorehabil neural repair* 2002;16:275-82.
10. Beer RF, Dewald JPA, Dawson MI, Rymer WZ. Target-dependent differences between free and constrained arm movements in chronic hemiparesis. *Exp Brain Res* 2004;158:458-70.
11. Bobath B. *Hemiplegia no adulto: avaliação e tratamento*. 3ªed. São Paulo (SP): Ed. Manole; 1990.
12. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67:206-7.
13. Braun SM, Beurskens AJ, Borm PJ, Schack T, Wade DT. The effects of mental practice in stroke rehabilitation: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:842-52.

14. Brodie EE, Whyte A, Waller B. Increased motor control of a phantom leg in humans results from visual feedback of a virtual leg. *Neurosci Lett* 2003;341:167-9.

15. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertollucci PHF *et al.* Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuropsiq* 2003;61:777-81.

16. Bütefisch CM, Davies BC, Wise SP, Sawaki L, Kopylev L, Classen J *et al.* Mechanisms of use-dependent plasticity in human motor cortex. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000;97:3661-5.

17. Bütefisch C, Hummelsheim H, Denzler, Mauritz K. Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci* 1995(1); 130:59-68.

18. Byl N, Roderick J, Mohamed O, Hanny M, Kotler J, Smith A *et al.* Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke. *Neurorehabil and neural repair* 2003;17(3):176-90.

19. Cabral NL, Guimarães M, Castro NMD. Doenças cerebrovasculares em Uberlândia. I-Mortalidade. *Arq Neuropsiq* 1986;44:133-9.

20. Cabral NL, Longo AL, Moro CHM, Kiss HC. Epidemiologia dos acidentes cerebrovasculares em Joinville. *Arq Neuropsiq* 1997;55:357-63.

21. Cacho EWA, de Melo FRLV, de Oliveira R. Avaliação da recuperação motora de pacientes hemiplégicos através do protocolo de desempenho físico Fulg-Meyer. *Revista Neurociências* 2004;12(2):94-102.
22. Campbell D, Stanley J. Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa. São Paulo(SP): EPU: Ed. da Universidade de São Paulo; 1979.
23. Caneda MAG, Fernandes JG, Almeida AG, Mugnol FE. Confiabilidade de escalas de comprometimento neurológico em pacientes com acidente vascular cerebral. *Arq Neuropsiq* 2006; 64(3A):690-7.
24. Carr JH, Shepherd RB. Programa de reaprendizagem motora para o hemiplégico adulto. São Paulo (SP): Ed Manole; 1988.
25. Carr JH, Shepherd RB. Reabilitação neurológica: otimizando o desempenho motor. Barueri, SP: Manole; 2008.
26. Cauraugh JH, Summers JJ. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Prog Neurobiol* 2005;75(5):309-20.
27. Collin C, Wade DT, Davies S, Horne V. The Barthel ADL Index: reliability study. 1988 *Int J Rehabil Res*;10:356-7.

28. Conferência Pan-americana de Saúde – Capítulo “Brasil” – Saúde no Brasil - Publicação quadrienal “La salud em las Américas”. Publicação científica nº 569. Representação da OPAS/OMS no Brasil, setembro/1998. Disponível em [URL:http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/SAUDEBR.PDF](http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/SAUDEBR.PDF). Acesso em [27/01/2006](#).

29. Cozby P. Métodos de pesquisa e ciências do Comportamento. São Paulo (SP):Ed. Atlas; 2003.

30. Cozcan CD, Pease WS, Hubbel SL. Biofeedback and functional electric stimulation in stroke rehabilitation. Arch Phys Rehabil 1988;69:401-405.

31. Crosbie JH, McDonough SM, Gilmore DH, Wiggam MI. The adjunctive role of mental practice in the rehabilitation of the upper limb after hemiplegic stroke: a pilot study. Clinical Rehabilitation 2004;18:60-8.

32. Crow JL, Lincoln NNB, Nouri FM, De Weerd W. “The effectiveness of EMG biofeedback in the treatment of arm function after stroke. Int Disabil Stud. 1989;11:155-160.

33. David AC. Aspectos biomecânicos do andar em crianças: cinemática e cinética [Tese de Doutorado]. Santa Maria (RS):UFSM;2000.

34. Davies, P. Steps to follow: a guide to the treatment of adult hemiplegia. Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1985.

35. Decety J. Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Cognitive Brain Research* 1996a;3:87-93.
36. Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behaviour Brain Res* 1996b;273:1564-8.
37. Decety J, Grèzes J, Costes N, Perani D, Jeannerod M, Procyk E et al. Brain activity during observation of actions influence of action content and subject's strategy. *Brain* 1997;120:1763-77.
38. De Weerd W, Feyes H. Assessment of physiotherapy for patients with stroke. *Lancet* 2002;359:182-3.
39. Dijkerman HC, Ietswaart M, Johnston M, Macwalter RS. Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients? a pilot study. *Clinical Rehabilitation* 2004;18:538-49.
40. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *The Lancet Neurol* 2004;3:528-36.
41. Driskell JE, Copper C, Moran A. Does mental practice on motor skill enhance performance? *J Appl Psychol* 1994;79:481-92.
42. Duncan PW. Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke. *Topics in stroke rehabil* 1997;3:1-20.

43. Duncan PW, Goldstein LB, Homer RD, Landsman PB. Similar motor recovery on upper and lower extremities after stroke. *Stroke* 1994;25:181-88.
44. Duncan PW, Studenski S, Richards L, *et al.* Randomised clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003;34:2173-80.
45. Durward B, Baer G, Rowe P. Movimento funcional humano – mensuração e análise. São Paulo (SP): Ed. Manole; 2001.
46. Ernest E. A review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke* 1990;1:1081-5.
47. Ertelt D *et al.* Action observation has a positive impact of rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage* 2007;36(Suppl 2):164-73.
48. Feltz DL, Landers DM. The effects of mental practice on motor skill learning and performance: a meta-analysis. *J Sport Psychology* 1983;5:25-57.
49. Folstein M, Folstein S, Mchugh P. Mini-mental State. *J. Psychiat Res* 1975;22:189-98.
50. Franz EA, Eliassen J, Ivry R, Gazzaniga MS. Dissociation of spatial and temporal coupling in the bimanual movements of callosotomy patients. *Psychol Sci* 1996;7:306-10.

51. Franz EA, Packman T. Fooling the brain into thinking it sees both hands moving enhances bimanual spatial coupling. *Experimental brain research* 2004;157: 174-180.

52. Franz EA, Ramachandran VS. Bimanual coupling in amputees with phantom limbs. *Nat Neurosci* 1998; 1:443-4.

53. Fugl-Meyer AR, Jääskö L., Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient; I A method for evaluation physical performance. *Scand Journal Rehab Med* 1975;7:13-31.

54. Garry MI, Loftus A, Summers JJ. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. *Exp brain res* 2005;163:118-122.

55. Gelmers HJ. Cortical organization of voluntary motor activity as revealed by measurement of regional cerebral blood flow. *J Neurol Sci* 1981;52(2-3):149-61.

56. Gentili R, Cahovet V, Dallay I, Papaxanthis C. Inertial properties of the arm are accurately predicted during motor imagery. *Behav brain res* 2004;155(2):231-9.

57. Gronley, J et al. Electromyographic and kinematic analysis of the shoulder during four activities of daily living in men with C6 tetraplegia. *Journal Rehabil Res & Dev* 2000;37:483-92.

58. Hall JC. Imagery practice and development of surgical skills. *Am J Surg* 2002;184:465-70.

59. Hall JC, Buckolz E, Fishburne GJ. Imagery and the acquisition of motor skills. *Can J Sport Sci* 1992;12:19-27.

60. Hamilton R, Pascual-Leone A. Cortical plasticity. *Neuroreport* 2002;13:571-4.

61. Harris-Love M, McCombe WS, Whittall J. Exploiting interlimb coupling to improve paretic arm reaching performance in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(11):2131-7.

62. Hesse S, Schilte-Tiggel G, Konrad M, Bardeleben A, Werner C. Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(6):915-20.

63. Hesse S, Schmidt H, Werner C. Machines to support motor rehabilitation after stroke: 10 years of experience in Berlin. *J Rehabil Res & Develop* 2006;43(5):671-8.

64. Hingten B, McGuire JR, Wang M, Harris GF. An upper extremity model for evaluation of hemiparetic stroke. *J Biomech* 2006;39:691-8.

65. Jack D, Boian R, Merians A, Tremaine m, Burdea G, Adamovich S *et al.* Virtual reality-enhanced stroke rehabilitation. IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering 2001;9(3):308-18.

66. Jackson PL, Lafleur MF, Malouin F, Richards C, Doyon J. Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 2001;1133 -41.

67. Jeannerod M. Mental imagery in the motor context. Neuropsychologia 1995;33:1419-32.

68. Jepsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. Arch Phys Med Rehabil 1969;50(6):311-9.

69. Johanson BB. Brain Plasticity and stroke rehabilitation: the Willis lecture. Stroke 2000;31:223-30.

70. Jorgensen HS, Hirofumi N, Raaschou HO, Jørgen VL, Støier M, Olsen T. Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: Time course of recovery. The Copenhagen study. Arch Phys Med Rehabil 1995;76:406-12.

71. Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman T, Lankhorst G, Koetsier J. Effects of intensity of rehabilitation after stroke: a research synthesis. Stroke 1997;28:1550-6.

72. Langhorne P, Wagenaar RC, Partridge C. Physiotherapy after stroke: more is better? *Physiother Res Int*. 1996;1:75-88.

73. Lessa I. Epidemiologia das doenças cerebrovasculares no Brasil. *Revista da Sociedade Cardiologia do Estado São Paulo* 1999;9:509-18.

74. Lessa I, Bastos ACG. Epidemiology of cerebrovascular accidents in the city of Salvador. *PAHO, Bull* 1983; 17:292-303.

75. Liepert J, Dettmers C, Terborg C, Weiller C. Inhibition of ipsilateral motor cortex during phasic generation of low force. *Clin Neurophysiol* 2001;112:114-21.

76. Lima SS, Kaihama HN. Avaliação das funções corticais superiores em pessoas acometidas por lesão cerebral. *Acta Fisiátrica* 2001;8(1):14-17.

77. Lincoln NB, Parry RH, Vass CD. Randomized, controlled trial to evaluate increased intensity of physiotherapy treatment of arm function after stroke. *Stroke* 1999;30:573-9.

78. Liu KP, Chan CC, Lee TM, Hui-Chan CW. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:1403-8.

79. Lotufo P, Lolio CA. Tendência da mortalidade por doenças cerebrovasculares no estado de São Paulo, Brasil, 1970-1989. *Arq Neuropsiquiatr* 1993;51:441-6.

80. Luft AR, McCombe-Waller S, Whitall J, Forrester LW, Macko R, Sorkin JD *et al.* Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. [errata publicada em *JAMA* 2004;292(20):2470]*JAMA* 2004;292(15):1853-61.

81. Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. *Int. J. Rehab. Research* 1981;4:483-99.

82. Maeda F, Kleiner-Fisman G, Pascual-Leone A. motor facilitation while observing hand actions: specificity of the effect and role of observer's orientation. *J Neurophysiol* 2002;87:1329-35.

83. Malouin F, Richards CL, Doyon J, Desrosiers J, Belleville S. Training mobility tasks after stroke with combined mental and physical practice: a feasibility study. *Neurorehabil Neural Repair* 2004;18:66-75.

84. Mark T, Quagliato EMAB, Cacho EWA, Paz LPS, Nascimento RH, Inoue MMEA, Viana MA. Estudo da confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev Bras Fisiot* 2006;10(2):177-183.

85. McCombe WS, Harris-Love M, Liu W, Whittall J. Temporal coordination of the arms during bilateral simultaneous and sequential movements in patients with chronic hemiparesis. 2006 *Exp Brain Res*;168(3):450-4.

86. Mercier L, Audet T, Hébert R, Rochette A, Dubois MF. Impact of motor, cognitive and perceptual disorders on ability to perform activities of daily living after stroke. *Stroke* 2003;32:2602-8.

87. Merzenich MM, Nelson RJ, Stryker MP, Cynader MS, Schoppmann A, Zook JM. Somatosensory cortical map changes following digit amputation in adult monkeys. *J Comp Neurol* 1984;224:591-605.

88. Messier S, Bourbonnais D, Desrosiers J, Roy Y. Kinematic analysis of upper limbs and trunk movement during bilateral movement after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87:1463-70.

89. Michaelsen SM, Luta A, Roby-Brami A, Levin MF. Effect of trunk restraint on the recovery of reaching movements in hemiparetic patients. *Stroke* 2001; 32:1875-83.

90. Moseley, GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomized controlled trial. *Pain* 2004;108(1-2):192-8.

91. Mudie MH, Matyas TA. Responses of the densely hemiplegic upper extremity to bilateral training. *Neurorehabil Neural Repair* 2001;15:129-40.
92. Muellbacher W, Facchini S, Boroojerdi B, Hallet M. Changes in motor cortex excitability during ipsilateral hand muscle activation in humans. *Clin Neurophysiol* 2000; 11:344-9.
93. Muellbacher W, Ziemann U, Boroojerdi B, Cohen L, Hallet M. Role of the human motor cortex in rapid motor learning. *Exp Brain Res* 2001;136:431-8.
94. Mulder T, Hochstenbach J. Adaptability and flexibility of the human motor system: implications for neurological rehabilitation. *Neural Plasticity* 2001;8:131-40.
95. Mulder T, Zijlstra S, Zijlstra W, Hochstenbach J. The role of motor imagery in learning a totally novel movement. *Exp Brain Res* 2004;154:211-7.
96. Nelles G, Jentzen W, Jueptner M, Müller S, Diener HC. Arm training induced brain plasticity in stroke studied with serial positron emission tomography. *Neuroimage* 2001;13(6 Pt 1): 1146-54.
97. Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Miliken GW. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science* 1996;272:1791-4.

98. Paci M. Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. *J Rehabil Med* 2003;35(1):2-7.

99. Page S, Gater DR, Bach-Rita P. Reconsidering the motor recovery plateau in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:1377-81.

100 Page SJ, Levine P, Leonard AC. Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:399-402.

101. Page SJ, Levine P, Sisto SA, Johnston MV. Mental practice combined with physical practice for upper-limb motor deficit in subacute stroke. *Phys Ther* 2001;81:1455-62.

102. Pascual-Leone A, Nguyet D, Cohen LG, Brasil-Neto JP, Camarota A, Hallet M. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *J Neurophysiol* 1995;74:1037-45.

103. Perry, J. *Análise da Marcha: vol. III Sistemas de Marcha*. São Paulo (SP): Manole, 2005.

104. Pons TP, Garraghty PE, Ommayama AK, Kaas JH, Taub E, Mishkin M. Massive reorganization of the primary somatosensory cortex after peripheral sensory deafferentation. *Science* 1991;252:1857-60.

105. Rabadi MH, Rabadi FM. Comparison of the action research arm test and the Fugl-Meyer assessment as measures of upper-extremity motor weakness after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(7):962-6.

106. Ramachandran VS. Behavioral and magnetoencephalographic correlates of plasticity in the adult human brain. *Proc. Nat. Acad. Sci USA* 1993;90:10413-20.

107. Ramachandran VS. Consciousness and body image: lessons from phantom limbs, Capgras syndrome and pain asymbolia. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 1998b;353:1851-9.

108. Ramachandran, VS. Plasticity and functional recovery in neurology. *Clin Med* 2005;5:368-73.

109. Ramachandran VS, Blakeslee S. *Fantasma no cérebro: uma investigação dos mistérios da mente humana*. 2 ed. – Rio de Janeiro: Record, 2004.

110. Ramachandran VS, Hirstein W. The perception of phantom limbs: The D.O. Lecture. *Brain*. 1998a;121:1603-30.

111. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc. R. Soc. Lond. B* 1996; 263:377-86.

112. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Phantom limbs and neural plasticity. *Arch Neurol* 2000;57: 317-20.

113. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. *Nature* 1995;377:489-90.

114. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Stewart M, Pons TP. Perceptual correlates of massive cortical reorganization. *Science* 1992;258(5085):1159.

115. Rau G, Disselhorst-Klug C, Schmidt R. Movement biomechanics goes upwards: from the leg to the arm. *J Biomech* 2000;33:1207-16.

116. Rodrigues EC, Imbiriba LA, Leite GR, Magalhães J, Volchan E, Vargas CD. Efeito da estratégia de simulação mental sobre o controle postural. *Rev. Bras Psiq* 2003;23(Supl II):33-5.

117. Roland PE, Larsen B, Lassen NA, Skinhøj E. Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man. *J Neurophysiol* 1980;43:118-36.

118. Sathian K, Greenspan AL, Wolf SI. Doing with mirror: a case study of a novel approach for rehabilitation. *Neurorehabil Neuro Repair* 2000;14:73-6.

119. Shumway-Cook A, Woollacott J. Controle Motor – teoria e aplicações práticas. 2ª edição. São Paulo (SP): Ed. Manole; 2003.

120. Smania N, Montagnan B, Faccioli s, Fiaschi A, Aglioti SM. Rehabilitation of somatic sensation and related deficit of motor control in patients with pure sensory stroke. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84:1692-1702.

121. Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares. Primeiro consenso brasileiro do tratamento da fase aguda do acidente vascular cerebral. Arq. Neuropsiq 2001; 59:972-80.

122. Sterzi R. Hemianopia, hemianesthesia and hemiplegia after right and left hemisphere damage. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1993; 56:308-10.

123. Stevens JA, Stoykov MEP. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84:1090-92.

124. Stevens JA, Stoykov MEP. Simulation of bilateral movement training through mirror reflection: a case report demonstrating an occupational therapy technique for hemiparesis. Top Stroke Rehabil 2004;11:59-66.

125. Stewart KC, Cauraugh JH e Summers JJ. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. J Neurol Sci 2006; 244(1-2):89-95.

126. Sthepan KM, Fink GR, Paasingham RE, Silbersweig D, Ceballos-Baumann AO et al. Functional anatomy of mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *J Neurophysiol* 1995;73:373-386.

127. Strafela AP, Paus T. Modulation of cortical excitability during action observation: a transcranial magnetic stimulation study. *Neuroreport* 2000;11:2298-92.

128. Sütbeyaz S, Yavuzer G, Nebahat S, Koseoglu F. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:555-9.

129. Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI, Hiraga CY, Loftus A, Cauraugh JH. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *J Neurol Sci* 2007;(1):76-82.

130. Taub E, Crago JE, Uswatte G. Constraint-induced movement therapy: a new approach to treatment in physical rehabilitation. *Rehabil psychol* 1998;43(2):152-170.

131. Taub E, Uswatte G. Use dependent cortical reorganization after brain injury. *Stroke* 1999;30:583-92.

132. Teixeira MJ. *Dor Contexto interdisciplinar*. Curitiba (PR): Ed. Maio; 2003.

133. Tijs E, Matyas TA. Bilateral training does not facilitate performance of copying tasks in poststroke hemiplegia. *Neurorehab and neural repair* 2006;20:473-83.

134. Van de Winckel A, Sunaert S, Wenderoth N, Peeters R, Van Hecke P, Feys H *et al.* Passive somatosensory discrimination tasks in healthy volunteers: differential networks involved in familiar versus unfamiliar shape and length discrimination. *Neuroimage* 2005(2):441-53.

135. van der Lee JH, Beckermaqn H, Lankhorst GJ, Bouter LM. The responsiveness of the Action Research Arm test and the Fugl-Meyer Assessment scale in chronic stroke patients. *J Rehabil Med* 2001;33:110-13.

136. van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ *et al.* Forced use of upper extremity in chronic stroke patients.. *Stroke* 1999;35(Suppl 1):2699-2701.

137. Vieira S, Hossne WS. *Metodologia científica para a área da saúde*. 3ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Ed. Elsevier; 2001.

138. Wagenaar RC, Meijer OG. Effects of stroke rehabilitation, 2: a critical review of the literature. *J Rehabil Sci* 1991;2:97-109.

139. Wall PD. The presence of ineffective synapses and the circumstances which unmask them. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 1977;278:361-72.

140. Weiss T, Hansen E, Beyer L, Conradi ML, Merten F, Nichelmann C *et al.* Activation process during mental practice in stroke patients. *Int J Neurophysiol* 1994 Jun;17:91-100.

141. Woldag H, Hummelsheim H. Evidence-based physiotherapeutic concepts for improving arm and hand function in stroke patients A Review. *J Neurol* 2002; 249:518-28.

142. Yamashita LF, Fukujima MM, Granitoff N, Prado GF. Paciente com acidente vascular cerebral isquêmico já é atendido com mais rapidez no Hospital São Paulo. *Arq Neuropsiq* 2004;63(1):96-102.

143. Yang N, Zhang M, Huang C, Jin D. Motion quality evaluation of upper limb target-reaching movements. *Medical Engineering & Physics* 2002;24:115-210.

144. Yang TT, Gallen CC, Ramachandran VS, Cobb S, Schwartz BJ, Bloom FE. Noninvasive detection of cerebral plasticity in adult human somatosensory cortex. *Neuroreport* 1994;5:701-4.

145. Yue G, Cole KJ. Streght increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *J Neurophysiol* 1992;67:1114-23.

Peak Performance™ (*Peak Performance Technologies Inc Colorado, USA*), versão 4.3. Disponível em:[http:// www.peakperform.com](http://www.peakperform.com) acesso em 29/01/2005.

SAS Inc. Versão 8.02.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e o Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) estão desenvolvendo um projeto de pesquisa, Efeitos da Imagem Mental na Reabilitação da Função Motora do Membro Superior na Hemiplegia, com indivíduos voluntários com deficiência motora devido a um derrame (Acidente Vascular Cerebral), comprovado por exames (Tomografia Computadorizada ou Ressonância Magnética), no mínimo há 06 meses, de ambos os sexos, com idade entre 40 e 60 anos. Este estudo, será realizado pela doutoranda Prof^a Claudia Morais Trevisan e orientada pelo Prof. Dr. Riccardo Pratesi. Esta pesquisa tem por objetivo verificar o efeito do uso do treinamento de movimentos utilizando a imaginação do movimento (prática mental), através do uso de uma superfície espelhada, na recuperação da diminuição ou perda de movimentos de um lado do corpo por lesão do cérebro.

Justifica-se este estudo pelos benefícios do uso da imagem mental para o indivíduo, com o braço ou mão afetado por derrame (AVC), os quais acontecem através de um apropriado estímulo visual e talvez “substituto” para a diminuída ou ausente, sensação do movimento. O uso da imagem mental pode solicitar que o funcionamento de partes do cérebro, que possuem maior controle dos movimentos de ambos os lados do corpo e uma relação entre estas áreas do cérebro e o estímulo visual, podem auxiliar na reabilitação motora.

Para a inclusão no estudo os indivíduos voluntários realizarão inicialmente uma série de testes como o Teste de Folstein, que busca verificar a ausência de comprometimento na inteligência (cognitivo); o Teste da Escala Analógica da Dor, para verificar a ausência de dor nas articulações, que podem impedir a realização dos movimentos e o Teste da Escala Modificada de

Ashworth, para testar o grau de contratura (espasticidade) da musculatura do braço e mão com diminuição ou perda dos movimentos.

Se as suas respostas nestes testes forem compatíveis com os critérios de inclusão deste projeto, você será convidado a participar das demais etapas desta pesquisa.

Na continuidade serão realizados no início do projeto: uma avaliação da função dos movimentos dos braços e mãos, através de uma série de movimentos, os quais serão analisados visualmente e pelo tempo de realização, o resultado final definirá o foco de sua reabilitação e também de três filmagens, a primeira no início do projeto, a segunda na 4^a (quarta) e a terceira na 8^a (oitava) semana pós treinamento, realizadas no Laboratório de Biomecânica do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria. Para análise dos resultados será utilizado um programa de computador, ficando garantido que você não será identificado, sendo respeitada a sua privacidade e o material coletado ficará disponível à sua pessoa em qualquer momento, sendo guardado sob a responsabilidade da pesquisadora.

O programa de tratamento consistirá de movimentos realizados com ambos os braços ou mãos colocados sobre uma mesa e separados por uma lâmina espelhada ou uma lâmina plástica transparente. Você observará os movimentos do braço ou da mão não afetado no espelho, imaginando serem estes os movimentos do braço ou da mão afetado ou, através da lâmina de plástico transparente, os movimentos realizados pelo braço ou mão afetado. O tempo e a frequência serão de 30 min, 3 dias na semana por 04 semanas com a lâmina espelhada (T1) e após com lâmina transparente (T2) ou vice-versa, dependendo da distribuição dos participantes do estudo.

Este estudo não apresenta riscos ou desconfortos, além dos mínimos que poderiam ser esperados em uma avaliação e tratamento fisioterapêutico, como por exemplo, cansaço.

Fica assegurado aos participantes do estudo o acesso aos resultados obtidos nos testes realizados bem como a interpretação dos mesmos. Estes dados serão importantes para a sociedade, uma vez que poderão servir como orientação para outras pessoas que se apresentam em situação semelhante.

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que estou de acordo em participar deste projeto de pesquisa, livre de qualquer tipo de constrangimento, pois fui informado de forma clara e detalhada dos objetivos, da justificativa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos riscos, desconfortos e benefícios. Fui igualmente informado da garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa, e da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que haja prejuízo de qualquer ordem.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu

responsável por _____
estou de acordo com a participação nesta pesquisa, assinando este consentimento.

Santa Maria, _____ de _____ 200__.

Assinatura do Participante ou Responsável

Número da carteira de identidade

Assinatura da Pesquisadora responsável

Prof^a Claudia Morais Trevisan

End. Profissional: Universidade Federal de Santa Maria – Curso Fisioterapia

Telefone: 55-32208234

ANEXO B - FOLSTEIN MINI MENTAL STATUS EXAMINATION⁵⁶ proposta de BRUCKI, S. et al

Orientação temporal pergunte ao indivíduo:(dê um ponto para cada resposta correta)

- . Que dia é hoje?
- . Em que mês estamos?
- . Em que ano estamos?
- . Em que dia da semana estamos?
- . Qual a hora aproximada?(considere a variação de mais ou menos uma hora)

- **Total 5 pontos:** _____

Orientação espacial - pergunte ao indivíduo: (dê um ponto para cada resposta correta)

- . Em que local nós estamos?(consultório, dormitório, sala. **apontando para o chão**)
- . Que local é este aqui? (**apontando ao redor num sentido mais amplo**: hospital, casa de repouso, própria casa).
- . Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima.
- . Em que cidade nós estamos?
- . Em que Estado nós estamos?

- **Total 5 pontos:** _____

Memória imediata: Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir:carro, vaso, tijolo (dê 1 ponto para cada palavra repetida acertadamente na 1ª vez, embora possa repeti-las até três vezes para o aprendizado, se houver erros). Use palavras não relacionadas.

- **Total 3 pontos:** _____

Cálculo: subtração de setes seriadamente (100-7, 93-7, 86-7, 79-7, 72-7, 65).

Considere 1 ponto para cada resultado correto Se houver erro, corrija-o e prossiga.

Considere correto se o examinado espontaneamente se autocorrige.

- **Total 5 pontos:** _____

Evocação das palavras: pergunte quais as palavras que o sujeito acabara de repetir . 1 ponto para cada.

- **Total 3 pontos:** _____

Nomeação: peça para o sujeito nomear os objetos mostrados (relógio, caneta) . 1 ponto para cada.

- **Total 2 pontos:** _____

Repetição: Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que você repita depois de mim: .Nem aqui, nem ali, nem lá. Considere somente se a repetição for perfeita (1 ponto-

Total 1 pontos: _____

Comando: Pegue este papel com a mão direita (1 ponto), dobre-o ao meio(1 ponto) e coloque-o no chão (1 ponto). Se o sujeito pedir ajuda no meio da tarefa não dê dicas.

- **Total 3 pontos:** _____

Leitura: mostre a frase escrita .FECHE OS OLHOS. e peça para o indivíduo fazer o que está sendo mandado. Não auxilie se pedir ajuda ou se só ler a frase sem realizar o comando.

- **Total 1 ponto:** _____

Frase: Peça ao indivíduo para escrever uma frase. Se não compreender o significado, ajude com: começo, meio e fim; alguma coisa que aconteceu hoje; alguma coisa que queira dizer. Para a correção não são considerados erros gramaticais ou ortográficos

- **Total 1 ponto:** _____

Cópia do desenho: mostre o modelo e peça para fazer o melhor possível. Considere apenas se houver 2 pentágonos interseccionados (10 ângulos) formando uma figura de quatro lados ou com dois ângulos- **Total 1 ponto:** _____

TOTAL _____

ANEXO C– ESCALA MODIFICADA DE ASHWORTH PARA GRADUAÇÃO DA ESPASTICIDADE

Escala Modificada de Ashworth para Graduação da Espasticidade

Graus	Descrição
0	nenhum aumento de tônus
1	leve aumento no tônus muscular, manifestado por contração e relaxamento ou mínima resistência ao final da amplitude de movimento (ADM) quando a(s) parte(s) afetada(s) é(são) movimentada(s) em flexão ou extensão
1+	Leve aumento no tônus muscular, manifestado por uma contração, seguida por mínima resistência na ADM restante(menos da metade)
2	Aumento marcado no tônus muscular na ADM, mas parte(s) afetada(s) movimenta-se facilmente
3	Considerável aumento no tônus muscular, dificuldade no movimento passivo
4	Parte(s) afetada(s) rígidas em flexão ou extensão

ANEXO D– ESCALA VISUAL ANALÓGICA DA DOR

As informações subjetivas de dor podem ser obtidas através do histórico, de entrevistas e questionários, de diagramas do corpo ou das escalas de classificação da dor. As escalas de classificação quantitativas, como a escala visual analógica da dor, tem boa previsão e alta legitimidade concorrente nos adultos³¹.

CLASSIFICAÇÃO DA DOR:

- Zero (0) = Ausência de Dor
- Um a Três (1 a 3) = Dor de fraca intensidade.
- Quatro a Seis (4 a 6) = Dor de intensidade moderada.
- Sete a Nove (7 a 9) = Dor de forte intensidade.
- Dez (10) = Dor de intensidade insuportável.

ESCALA VISUAL-ANALÓGICA: Esta escala unidimensional submete o indivíduo uma linha não graduada cujas extremidades correspondem à ausência de dor, em geral situada na extremidade inferior, nas dispostas verticalmente, e à esquerda, naquelas dispostas horizontalmente; e a pior dor imaginável, nas extremidades opostas, conforme o exemplo abaixo ⁵⁹.

A avaliação do quadro doloroso:



ANEXO E– Protocolo de desempenho físico de Fugl-Meyer

Teste para avaliação da função motora da extremidade superior na hemiplegia

Extremidade Superior

(A) OMBRO/COTOVELO/ANTEBRAÇO

I. Atividade Reflexa (valor máximo 04 pontos)

Bíceps e/ou flexores dos dedos () Tríceps ()

0: Nenhuma atividade reflexa presente / 2: Atividade reflexa pode ser observada

II. Movimentos Ombro (valor máximo 18 pontos)

(a) Ombro

Elevação do ombro () Retração do ombro () Abdução (90°) ()
Rotação externa () Flexão do cotovelo () / Supinação do antebraço ()

(b) Ombro Adução do ombro/rotação interna () / Extensão do cotovelo ()
Pronação do antebraço ()

0: Não pode ser realizado / 1: Parcialmente realizado / 2: Realizada completamente.

III. Mão à coluna lombar (valor máximo 06 pontos)

0: Nenhuma ação específica realizada / 1: A mão ultrapassa a espinha ilíaca ântero-superior / 2: Ação realizada completamente

(a) Flexão do ombro de 0° a 90° ()

0: O braço é imediatamente abduzido ou ocorre flexão do cotovelo no início do movimento / 1: A abdução ou flexão do ombro ocorre na fase tardia do movimento / 2: Ação realizada

(b)Pronação/Supinação antebraço com cotovelo em 90° e o ombro em 0° () Ativamente posicionado

0: Posição correta do ombro e cotovelo não pode ser atingida, e/ou pronação ou supinação não pode ser realizada totalmente / 1: A pronação ou supinação ativa pode ser realizada com uma amplitude limitada de movimento, e em algum momento o ombro e o cotovelo são corretamente posicionados / 2: Pronação e supinação completa com correta posição do cotovelo e ombro

IV. Ombro/cotovelo (valor máximo 06 pontos)

(a) Abdução do ombro até 90°, cotovelo em 0°, e antebraço em pronação ()

0: Ocorre flexão inicial do cotovelo, ou um desvio em pronação do antebraço /

1: O movimento pode ser realizado parcialmente, ou se durante o movimento o cotovelo é flexionado ou o antebraço não pode ser conservado em pronação / 2: Realizado completamente

(b) Flexão do ombro de 90° - 180°, cotovelo em 0°, e antebraço em posição média ()

0: Ocorre flexão do cotovelo ou abdução do ombro no início do movimento / 1: Flexão do cotovelo ou abdução do ombro ocorre durante a flexão do ombro / 2: Realizado completamente

(c) Pronação/supinação do antebraço, cotovelo a 0°, ombro pode estar em flexão entre 30° e 90° ()

0: Pronação e supinação não pode ser realizada no todo, ou a posição do cotovelo e ombro não pode ser atingida / 1: Cotovelo e ombro podem ser posicionados corretamente, e a pronação e supinação realizadas em uma amplitude limitada / 2: Realizada completamente

V. Atividade Reflexa Normal (valor máximo 02 pontos)

Biceps, flexores dos dedos e tríceps ()(Este estágio, que pode atingir 2 pontos, é incluído apenas se o paciente teve pontuação 6 no item IV)

0: 2 a 3 reflexos fásicos são marcadamente hiperativos / 1: um reflexo marcadamente hiperativo, ou 2 reflexos estão vivos / 2: não mais que um reflexo está vivo, e nenhum está hiperativo

(B) PUNHO (valor máximo 10 pontos)

(a) Controle de punho

Estabilizar cotovelo em 90°, e ombro em 0° () Pode auxiliar posicionando

0: Paciente não pode dorsifletir o punho até 15° / 1: Dorsiflexão é realizada, mas nenhuma resistência é aplicada / 2: Posição pode ser mantida com alguma resistência (leve)

(b) Flexão/extensão máximas, cotovelo em 90°, ombro em 0° ()
Testar primeiro passivamente.

0: Movimentos voluntários não ocorrem / 1: Não pode mover o punho através de toda a amplitude de movimento / 2: Movimentação ativa completa.

(c) Estabilizar cotovelo e ombro a 0° ()

Pontuação semelhante ao item anterior

(d) Flexão/extensão, cotovelo e ombro a 0° ()

Pontuação semelhante a do item b

(e) Circundução ()

0: Não pode ser realizado / 1: Circundução incompleta ou movimentos de empurrar / 2: Movimento completo, com exatidão

(C) MÃO (pode dar suporte no cotovelo em 90° - nenhum no punho) **(valor máximo 14 pontos)**

(a) Flexão em massa dos dedos () Comparar com a mão não afetada

0: Nenhuma flexão ocorre / 1: Alguma flexão mas com amplitude incompleta / 2: Flexão ativa completa (comparada com a mão não afetada)

(b) Extensão em massa dos dedos ()

0: Não ocorre extensão / 1: O paciente pode liberar ativamente a flexão em massa / 2: Extensão ativa completa

(b) Preensão a: Articulação MF estendidas, IFP e IFD fletidas; preensão é testada contra resistência ()

0: A posição requerida não pode ser adquirida / 1: Preensão é fraca / 2: A preensão pode ser mantida contra relativa resistência

(c) Preensão b: Paciente é instruído a aduzir o polegar totalmente, até 0° ()

0: Função não pode ser realizada / 1: O pedaço de papel interposto entre o polegar e indicador pode ser retirado através de um puxão, mas contra pequena resistência / 2: O papel é firmemente seguro contra um puxão

(d) Preensão c: Paciente opõe a polpa do polegar com a do índice; uma caneta é interposta ()

A pontuação é semelhante ao item da preensão n.º 2

(e) Preensão d: Paciente pressiona uma lata pequena, com a superfície volar do primeiro dedo contra a do segundo ()

A pontuação é semelhante ao item da preensão n.º 2 e 3

(f) Preensão e: Uma preensão esférica; o paciente pressiona uma bola de tênis

A pontuação é semelhante ao dos itens de preensão n.º 2, 3 e 4

(D). Coordenação/ velocidade(valor máximo 06 pontos)

(a) Tocar a ponta do indicador em seu nariz, com os olhos fechados, 5 vezes tão rápido quanto possa

1.Tremor: 0: Tremor marcado. **1:** Leve tremor ou sistemático. **2:** Nenhum tremor. ()

Dismetria: 0: Pronunciada ou sistemática dismetria. **1:** Leve ou sistemática dismetria **2:** Sem dismetria. ()

2. Velocidade – Comparada com o lado não afetado () 0: > 5 segundos no lado afetado **1:** 2 _ 5 segundos mais lento no lado afetado/ **2:** < 2 segundos de diferença

Total 66 pontos

(E). Sensibilidade (valor máximo 12 pontos)

(a) Tato superficial

Membro Superior () / Palma da mão ()

0: Anestesia / 1: Hipoestesia/disestesia / 2: Normal

(b) Posição segmentar – olhos fechados

Ombro () Cotovelo () Punho () Polegar ()

0: Nenhuma resposta correta (ausência de sensação) / 1: $\frac{3}{4}$ das respostas são corretas, mas há diferença considerável com o lado não afetado / 2: Todas as respostas são corretas

Total máximo 78 pontos