

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UnB
FACULDADE DE CEILÂNDIA-FCE
CURSO DE FISIOTERAPIA

RAFAEL RIBEIRO ZILLE
SAULO TASSO PAIVA RIBEIRO

**PARÂMETROS DE NORMATIZAÇÃO
COGNITIVA POR EEG EM PRÁTICA MOTORA
E INTERVENÇÃO COM NEUROFEEDBACK:
ESTUDO PILOTO**

BRASÍLIA
2013

RAFAEL RIBEIRO ZILLE
SAULO TASSO PAIVA RIBEIRO

**PARÂMETROS DE NORMATIZAÇÃO
COGNITIVA POR EEG EM PRÁTICA MOTORA
E INTERVENÇÃO COM NEUROFEEDBACK:
ESTUDO PILOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade de Brasília – UnB – Faculdade de Ceilândia
como requisito parcial para obtenção do título de bacharel
em Fisioterapia.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Clara Bonini Rocha

Coorientador: Esp. Carlos Márcio Cordeiro Viana

BRASÍLIA
2013

RAFAEL RIBEIRO ZILLE
SAULO TASSO PAIVA RIBEIRO

**PARÂMETROS DE NORMATIZAÇÃO COGNITIVA POR EEG EM
PRÁTICA MOTORA E INTERVENÇÃO COM NEUROFEEDBACK:
ESTUDO PILOTO**

Brasília, ___/___/_____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dra. Ana Clara Bonini Rocha
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB
Orientadora

Prof.^aMs. Mariane Lucena da Silva
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB

Prof.Dr. Osmair Gomes de Macedo
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pelo seu amor, pelo dom da vida, pelas oportunidades, pois sem Ele não chegaríamos até aqui sozinhos.

Agradecemos aos nossos pais por estarem sempre do nosso lado nos apoiando e encorajando nessa caminhada, pois foi preciso muito esforço, paciência, perseverança e determinação, tornando possível esse projeto.

Aos nossos irmãos, familiares e amigos pelo apoio e cumplicidade e que desejaram e torceram pela nossa conquista.

Agradecemos de forma especial a nossa querida orientadora Professora e amiga Ana Clara Bonini Rocha, pelo carinho, compreensão, e pelas suas inúmeras qualidades. Temos a certeza que ela foi importante contribuinte na nossa vida acadêmica e pessoal. Obrigado pela confiança e pelo tempo investido em nós todos esses momentos que convivemos. Seremos eternamente gratos por tudo que fez por nós.

Agradecemos aos professores Osmair Gomes de Macedo, Mariane Lucena da Silva e João Paulo Chierigato Matheus por compor nossa banca, e pelo importante papel que tiveram em nossa formação.

Agradecemos ao nosso coorientador Carlos Márcio Cordeiro Viana pela amizade, pela disponibilidade e oportunidade de nos ajudar a realizar nosso projeto.

Obrigado a todas as pessoas que contribuíram para nosso sucesso e para crescimento como pessoa. Somos resultado da confiança e da força de cada um de delas.

RESUMO

ZILLE, Rafael Ribeiro, RIBEIRO, Saulo Tasso Paiva, VIANA, Carlos Márcio, BONINI-ROCHA, Ana Clara. PARÂMETROS DE NORMATIZAÇÃO COGNITIVA POR EEG EM PRÁTICA MOTORA E INTERVENÇÃO COM NEUROFEEDBACK: ESTUDO PILOTO. 2013. Monografia (Graduação) - Universidade de Brasília, Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ceilândia. Brasília/DF.

OBJETIVO Levantar parâmetros de normatização de EEG em prática de atividade motora e aplicá-los em software de Neurofeedback para intervenção de sujeito hemiplégico.

MÉTODO Onze sujeitos ambos os sexos, entre 60-73 anos; 10 idosos saudáveis fizeram normatização (estudo1) e idosa hemiplégica participou de 2 sessões de intervenção cognitiva com Neurofeedback (piloto).

Estudaram-se percentuais de permanência (%mV) de bandas Theta, Alpha, SMR, Beta e Gamma durante prática de oito tarefas motoras de membro superior direito através de 04 eletrodos de superfície (C/P3-C/P4). Compararam-se medidas de *baseline* com prática motora. Mediu-se desempenho por tempo (s) de realização das tarefas antes/depois intervenção. Aplicou-se estatística (Wilcoxon/Spearman) apresentando-se valores absolutos e em interquartil.

RESULTADO Estudo1: aumento %mV Theta e Gamma C/P3-C/P4 e de Beta em C/P4; diminuição de Alpha e SMR em C/P3-C/P4 e de Beta em C/P3. Durante prática: diferença significativa Gamma C/P3-C/P4 ($p=0,005$) e correlação forte Alpha/Theta ($r_s=0,830$, $p=0,003$), Alpha/SMR ($r_s=0,867$, $p=0,001$); moderada Alpha/Gamma ($r_s=0,673$, $p=0,003$) em C/P3, Alpha/Alpha ($r_s=0,770$, $p=0,009$) e Gamma/Gamma em C/P3 e C/P4 ($r_s=0,661$, $p=0,003$).

Piloto: aumento %mV Theta C/P3-C/P4, Beta e Gamma C/P4 na 2ª sessão; diferença significativa Gamma C/P4 ($p=0,005$); diminuição %mV das outras bandas. Durante prática 2ª sessão: diferença significativa Alpha e SMR C/P3 ($p=0,012$) e forte correlação ($r_s=0,881$, $p=0,004$). Não houve diferença significativa entre tempos ($p=0,123$). Forte correlação tempo antes e depois intervenção na 1ª ($r_s=0,929$ $p=0,001$) bem como na 2ª sessão ($r_s=0,976$ $p=0,000$).

CONCLUSÃO Levantou-se parâmetros de normatização de EEG durante prática de atividade motora de idosos saudáveis e interviu-se efetivamente em hemiplégico com Neurofeedback.

Palavras-chave: EEG, Neurofeedback, Prática Motora

ABSTRACT

ZILLE, Rafael Ribeiro, RIBEIRO, Saulo Tasso Paiva, VIANA, Carlos Marcio BONINI-ROCHA, Ana Clara. REGULATORY COGNITIVE EEG PARAMETERS IN MOTOR PRACTICE AND INTERVENTION WITH NEUROFEEDBACK: PILOT STUDY 2013. Monograph (Graduation) - University of Brasilia, Undergraduate Physiotherapy, Faculty of Ceilândia. Brasilia/DF.

OBJECTIVE Raise parameters of EEG normalization of motor activity in practice and apply them in software for Neurofeedback intervention in hemiplegic subject.

METHOD Eleven subjects both sexes, between 60-73 years, 10 healthy elderly made normalization (study1) and hemiplegic elderly participated in 2 sessions of cognitive) Neurofeedback intervention (pilot).

RESULT Study1: % increase %mV Theta e Gama C/P3-C/P4 and Beta in C/P4, decrease in SMR and Alpha in C/P3-C/P4 and Beta in C/P3. During practice: significant difference in Gamma C/P3-C/P4 ($p = 0.005$) and a strong correlation in Alpha / Theta ($r_s = 0.830$, $p = 0.003$), Alpha / SMR ($r_s = 0.867$, $p = 0.001$), moderate in Alpha / Gamma ($r_s = 0.673$, $p = 0.003$) in C/P3, Alpha / Alpha ($r_s = 0.770$, $p = 0.009$) and Gamma / Gamma on C/P3 and C/P4 ($r_s = 0.661$, $p = 0.003$).

Pilot: increased of % mV in theta C/P3-C/P4, Beta and Gamma C/P4 2nd session; significant difference in Gamma C/P4 ($p = 0.005$), decreased of % mV from other bands. During session 2 practice: significant difference Alpha and SMR in C/P3 ($p = 0.012$) and a strong correlation ($r_s = 0.881$, $p = 0.004$). There was no significant difference between times ($p = 0.123$). Strong correlation time before and after intervention in 1st ($r_s = 0.929$ $p = 0.001$) and in the 2nd session ($r_s = 0.976$ $p = 0.000$).

CONCLUSION Raised parameters of normalization of EEG during practice of motor activity in healthy elderly people and intervened effectively in hemiplegic with Neurofeedback.

Keywords: EEG, Neurofeedback, Motor Practice

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 MATERIAIS E MÉTODO	11
3 RESULTADOS	16
4 DISCUSSÃO	21
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
6 ANEXOS	26
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA	26
ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	30
ANEXO C - <i>WOLF MOTOR FUNCTION TEST (WMFT)</i>	33

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 70 do século XX, pesquisadores de aprendizagem e controle de movimentos vêm mostrando que o planejamento motor se refere a comandos estruturados no cérebro antes que a sequência de um movimento se inicie¹. Descobriu-se que o potencial humano pré-motor ocorre sobre o córtex sensorio motor, aproximadamente, 0,8 segundos antes do movimento do corpo; que a consciência do desejo de iniciar o movimento ocorre, aproximadamente, 3 segundos antes do sinal do eletromiografia; e que programas e instruções (resultado da cognição) são modificados de acordo com a retroalimentação (resultado do movimento)^{2,3}. Por fim, admitiu-se fortemente que a incorporação do gesto motor, ou seja, aprendizagem e memória, a partir da repetição da atividade motora, produzem alterações neuronais capazes de serem detectadas com o uso da Eletroencefalografia (EEG) quantitativa⁴.

Criado para fins de diagnóstico clínico, o EEG permitiu monitorar, identificar e classificar sinais bioelétricos eletrofisiológicos em faixas de frequências, bandas de atividade, ou também chamados ritmos, relacionando-os aos estados de vigília e não vigília. Esta atividade elétrica é classificada pela literatura em ritmos divididos em bandas (ou faixas) de frequência cortical⁵.

Demos^{6,7} apresentou bandas de frequências corticais relacionando-as com estados de funcionalidade da consciência: Theta (4-7,5 Hertz-Hz): processamento de memórias, evocação de memória de longa duração; Alpha (8-13 Hz): vigília com relaxamento, supressão em tarefas cognitivas e coerência entre hemisférios; *Sensory Motor Rhythm* (SMR) (Ritmo Sensorio Motor) (12-16 Hz): vigília com estados de percepção, diminuindo durante movimentos; Beta (14-30 Hz): com estados de atenção, alto processamento cognitivo, atividades pré-motoras e motoras; e Gamma (40-100 Hz): vigília com estado de programação motora e resolução de problemas⁸.

O panorama da pesquisa científica que une EEG com funções motoras tem se ampliado nos últimos anos. De baixo custo e fácil manejo, a ampliação do papel clínico do EEG pelos pesquisadores da neurociência cognitiva tradicional, em indicar a localização de lesões no cérebro para fins unicamente de diagnóstico médico, está cada vez mais em evidência^{9,10,11,12}.

O córtex cerebral é suscetível a modificações em vários aspectos durante a aprendizagem e que tais alterações nos padrões electrocorticais são resultado da aquisição de habilidades motoras e consolidação de memória⁵. Sabe-se que se trata de processos que

envolvem processamento sensorial, oscilações preparatórias distribuídas, compostas por componente cognitivo, motor e somestésico. Funções cognitivas que exercem papel importante no processo de aprendizagem humana e consecutiva melhora no desempenho, como a atenção focada, por exemplo, são importantes para a capacidade de aquisição e retenção de informações associadas com aprendizagem/memória. Concentrar em determinado evento exige controle consciente, esforço cognitivo, que favorece aquisição e armazenamento de memória de trabalho. Este esforço pode ser observado pelo comportamento de ondas corticais de componentes cognitivos, motores e somestésico^{8,9}.

Assim, do ponto de vista das funções motoras, a incorporação de tarefas realizadas repetidas vezes produzem fluxos neuronais capazes de serem detectados pelo EEG. Com o EEG, podem-se captar, por eletrodos fixados no couro cabeludo, sinais amplificados que registram, aproximadamente, 6 centímetros quadrados (cm²) da superfície do córtex cerebral humano, o que corresponde a, aproximadamente, 100 mil neurônios por eletrodo. Essa medida reflete a atividade elétrica de uma população de células cujos sinais produzidos representam o somatório das ativações locais^{13,14}.

Em clássico experimento fisiológico com modelo animal, Frey e Morris¹⁵ descreveram, em ratos, que um mesmo estímulo sendo aplicado repetidamente (no experimento: três vezes com intervalos de 10 minutos de inatividade) já seria capaz de fortalecer uma sinapse de modo permanente, portanto gerando memória do ponto de vista biológico.

Os processamentos cognitivos envolvidos em aprendizagem/reaprendizagem medíveis por EEG incluem atenção, planejamento, execução de movimentos⁸. São informações que podem ser relevantes quando se pensa na reabilitação motora de pacientes com lesões no Sistema Nervoso Central, no caso deste estudo, o Acidente Vascular Encefálico (AVE). Cerca de 90% dos sobreviventes de AVE são afetados por algum tipo de deficiência/incapacidade neuromotora¹⁶. Muitos apresentam consequências crônicas que geram alterações em vários domínios da funcionalidade. A Hemiplegia é uma dessas alterações, é uma das sequelas neurológicas mais prevalentes nos indivíduos que sofreram AVE, caracterizada por paralisia em um dos lados do corpo com alterações de força e de tônus que incapacitam os movimentos voluntários e reações posturais¹⁷.

O Neurofeedback (NFB) é um sistema de treinamento que oferece retroalimentação cognitiva, de ondas elétricas corticais, capaz de promover desenvolvimento e mudanças em níveis celulares do cérebro. Tal instrumento se apresenta como uma alternativa para na reabilitação neuromotora porque é capaz de treinar a funcionalidade de forma consciente o

que permite que indivíduos possam entender sua capacidade de influenciar cognitivamente na programação e execução dos movimentos aprendidos ou reaprendidos⁶.

Nesse sentido, justifica-se esse estudo pela necessidade de levantar indicadores de normalidade que possam de forma aproximada calibrar o instrumento de NFB. Utilizar o NFB baseado em evidências de normalidade pode extrair do instrumento o seu potencial máximo de, realmente, facilitar aprendizagem/reaprendizagem de tarefas motoras, oferecendo ao usuário o esforço cognitivo necessário e adequado, aquele que o próprio cérebro utiliza enquanto planeja e realiza determinada função automaticamente.

No contexto apresentado, pretendeu-se com esta pesquisa estabelecer parâmetros de observação e quantificação de sinais bioelétricos neurofisiológicos – de EEG em tarefas motoras de membro superior, observando e monitorando os sinais de EEG durante prática de tarefas motoras com membro superior (normatização), descrevendo o comportamento das bandas de frequência comparando-se sinais de base (*baseline*) com sinais de prática motora, antes e após treinamento puramente cognitivo com NFB, bem como avaliando o desempenho motor através do tempo de execução de cada tarefa.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 TIPO DE ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa é delineada como um estudo transversal e um delineamento de sujeito único realizada nas dependências do Instituto Totum Saúde de Brasília/DF. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo tem aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília sob n. 491.451/2013 e 493.063/2013.

2.2 AMOSTRA

A amostra desse estudo foi constituída por 11 sujeitos (sete homens e quatro mulheres) estratificados em dois estudos. O Estudo 1 (E1) com 10 sujeitos saudáveis e um Estudo Piloto (EP) composto por um único sujeito hemiplégico pós-AVE.

Os participantes foram selecionados por conveniência na região metropolitana de Brasília e para serem incluídos deveriam ter idade (≥ 60 anos) e ter dominância cerebral esquerda (serem destros). Para compor o EP, o sujeito deveria ser hemiplégico acometido por AVE à mais de 6 meses (para caracterizar um estado não agudo do processo de recuperação clínica).

Os critérios de exclusão nos dois estudos foram presença laudo médico de Epilepsia; uso de qualquer medicamento ou droga lícita ou ilícita depressora do sistema nervoso central até 48 horas; apresentar Mini Exame do Estado Mental (MEEM) abaixo de 23 para 5ª série do ensino fundamental e 19 para 4ª série do ensino fundamental; apresentar espasticidade grave pela Escala Ashworth Modificada (EAM) ≥ 3 .

2.3 INSTRUMENTOS

Utilizou-se para monitoração de EEG e Neurofeedback um *Hardware Flex Comp Infiniti*; Filmadora Digital; *Software Biofeedback Bigraph Infiniti*, Sensor EEG-Z *Procomp Infiniti*[®], quatro canais em suíte de EEG com quatro eletrodos de superfície aderidos ao escalpo com Gel condutor *TEN-20*[®]; e aplicativo *Developer Tools* para formatação da tela de Neurofeedback; TV 32 polegadas.

Utilizou-se EAM para quantificação do grau da hipertonía do membro superior hemiplégico, representada por quatro categorias (0=tônus normal; 1=hipertonía leve; 2=hipertonía moderada; 3=hipertonía intensa; 4=hipertonía extrema - rigidez), uma das mais indicadas escalas para avaliação do tônus após AVC¹⁸ e o MEEM para avaliar capacidade cognitiva¹⁹.

Utilizou-se a *Wolf Motor Function Test (WMFT)*, uma escala criada para quantificar a capacidade de movimento da extremidade superior em indivíduos pós-AVE através de movimentos simples de 17 tarefas funcionais^{21,22}. O *WMFT* avalia o tempo de execução das tarefas (velocidade) e a qualidade do movimento. Esses parâmetros são quantificados e qualificados e oferecem uma pontuação final. As oito tarefas foram filmadas em câmera digital e disponibilizadas na intervenção do sujeito hemiplégico como retroalimentação cognitiva visual. Segundo o protocolo, o sujeito tem duas tentativas de acerto para cada movimento²³.

A monitoração do tempo no desempenho das tarefas motoras foi feita com cronômetro e registradas por Filmadora Digital.

Realizou-se processamento e analisou-se dos dados por *Software Microsoft Excel 2010* e *Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 17.0*.

2.4 PROCEDIMENTOS

Escolheram-se para esse estudo oito tarefas da *WMFT*. Optou-se pelas tarefas que apresentavam diferentes qualidades de movimentos como: a tarefa de puxar um peso de 1 Kg através da mesa usando flexão de cotovelo (antebraço na posição neutra e mão em concha); levantar uma lata refrigerante cheia (levantar a lata e aproximá-la dos lábios com preensão cilíndrica); levantar um lápis (levantar lápis usando preensão com três dedos polegar, indicador e médio); levantar um clipe de papel (utilizando pinça polpa-polpa dos dedos: polegar e indicador); empilhar peças de dama (empilhar três peças); virar cartas (virar três cartas usando a pinça e supinação de antebraço); virar a chave na fechadura (utilizando a pinça da chave dos dedos polegar e indicador e virá-la para ambos os lados até voltar ao meio); dobrar uma toalha (dobrar longitudinalmente, em seguida, usa a mão testada para dobrar a toalha ao meio novamente). Para todas as atividades realizadas foi utilizado o membro superior direito.

Todos os participantes foram colocados confortavelmente sentados em uma cadeira com encosto, com apoio dos pés, sem apoio para os braços, de frente para uma mesa colocada em frente a uma parede branca.

Colocou-se quatro eletrodos de superfície aderidos ao escalpo por um gel condutor, em Sistema Internacional 10/20%, nas áreas correspondentes ao córtex sensoriomotor: C3 e P3 (CP3) no lado esquerdo e C4 e P4 (CP4) no lado direito. Eletrodos C3/C4 estão localizados na região Frontal e Parietal condizentes com Área Motora Primária, Área Motora Suplementar. Área Somestésica Primária. Eletrodos P3/P4 estão localizados na região Parietal condizentes com Área Sensitiva Secundária (figura 1). Todos os procedimentos foram monitorados por estes eletrodos, extraindo-se deles os sinais de EEG.

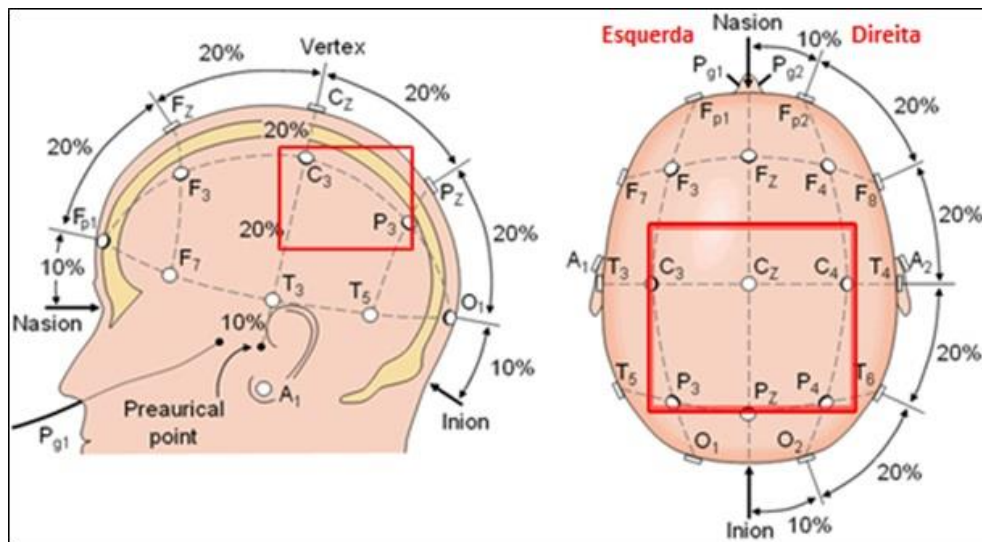


Figura 1. Sistema Internacional 10/20% de colocação dos eletrodos na calota craniana. Em destaque os pares de eletrodos de superfície utilizados: C3-P3 e C4-P4. (Fonte: Demos, 2005a).

No primeiro momento, solicitou-se que o participante olhasse fixamente para a parede branca em sua frente por dois minutos para registro de uma medida de base (*baseline*).

Após este registro, solicitou-se que o participante realizasse as tarefas motoras selecionadas. As tarefas foram filmadas e cronometradas, e as ondas cerebrais foram observadas e classificadas em bandas, descritas e quantificadas em percentual de amplitude de permanência de tal frequência no espectro de EEG (%mV).

A metodologia do E1 foi de uma sessão única. Após o registro do *baseline*, a tarefa foi instruída verbalmente pelo pesquisador que demonstrou duas vezes os movimentos que deveriam ser realizados com seu próprio corpo. Em seguida, os sujeitos realizaram as oito tarefas, tendo duas tentativas para cada uma delas. Os resultados de %mV de cada banda de frequência registrada no espectro de EEG serviram como parâmetro para calibrar o %mV no NFB para o sujeito que fez parte do EP.

A metodologia do EP foi de duas sessões de intervenção puramente cognitiva com Neurofeedback, sendo acrescentado um teste antes e um teste depois do treinamento. O teste consistiu nas oito tarefas realizadas na prática motora do E1, medindo-se tempo em segundos (s) e quantificando os escores de desempenho da própria *WMFT*. O sujeito participou de duas sessões. Nas duas sessões, após o registro do *baseline*, a tarefa foi instruída verbalmente pelo pesquisador que demonstrou duas vezes os movimentos que deveriam ser realizados com seu próprio corpo. Em seguida, o sujeito realizou as oito tarefas, tendo duas tentativas para cada uma delas (pré-teste). Após cada treinamento cognitivo com Neurofeedback, repetiu-se a prática motora das tarefas tendo duas tentativas para cada uma delas (pós-teste). Em ambos os testes o sujeito realizou as tarefas com o membro superior hemiplégico (no caso o direito).

- Primeira Sessão: Imediatamente após o pré-teste, iniciou-se o treinamento cognitivo com NFB. Treinamento com NFB cuja retroalimentação cognitiva se deu com uma barra projetada na tela da TV. Esta barra apresentava um limiar marcado que deveria ser atingido. O sujeito deveria esforçar-se cognitivamente para elevar a barra e alcançar tal limite estabelecido na tela. Caso o parâmetro calibrado no NFB fosse alcançado a retroalimentação era oferecida com a barra alcançando o nível. Utilizaram-se seis tentativas cognitivas de 3,5 minutos.

- Segunda sessão: Imediatamente após o pré-teste, iniciou-se o treinamento cognitivo com NFB. Treinamento com NFB cuja retroalimentação cognitiva se deu com um vídeo das oito tarefas. Na tela da TV, estavam à mostra oito vídeos pausados referentes às tarefas específicas. O vídeo com as tarefas começava a rodar quando e se o participante alcançasse e mantivesse os parâmetros calibrados no NFB, no caso, os mesmos da primeira sessão. O tempo máximo estipulado como teto para conseguir realizar a tarefa de rodar o vídeo foi de 2 minutos. Caso o sujeito não conseguisse a tarefa seria considerada como não concluída.

2.5 ANÁLISE DOS DADOS

Aplicou-se estatística descritiva para os %mV de cada banda no espectro de EEG por grupo de eletrodos por hemisfério cerebral, ou seja eletrodos C3 e P3 (C/P3 – hemisfério cerebral esquerdo) e C4 e P4 (C/P4 – hemisfério cerebral direito). Relacionou-se o %mV registrado durante as tarefas com o sinal de base (*baseline*), comparando-se a dinâmica das frequências das respectivas bandas de frequência Theta, Alpha, SMR, Beta e Gamma. Apresentaram-se os dados em forma de interquartil 25/50/75 do E1 e em valores absolutos do EP.

Verificou-se o tempo absoluto que cada sujeito levou para realizar cada tarefa e as médias de tempo para realização de cada tarefa por tarefa e por sujeito. Verificou-se quartis 25/50/75 da pontuação no *WMFT*.

Aplicou-se estatística inferencial não paramétrica para dados sem distribuição normal ($p=0,988$, *Kolmogorov-Smirnov*). Utilizou-se Teste de Wilcoxon para comparação de grupos de dados referentes a cada banda frequência entre estados de *baseline* com estados de tarefas, entre as bandas, bem como para os dados de tempo referentes aos pré e pós-testes. Compararam-se os valores de %mV encontrados no hemisfério direito e no hemisfério esquerdo, considerando o grupo de eletrodos CP3 e CP4. Utilizou-se Teste de Correlação de Spearman para relacionar o comportamento das bandas entre si e com os estados de *baseline*, bem como as pontuações alcançadas por cada tentativa da tarefa. Considerou-se índice de significância de $\alpha \leq 0,05$.

3 RESULTADOS

A amostra se caracterizou no E1 por 10 sujeitos, 03 mulheres e 07 homens, com idade média de 67,4 anos ($\pm 7,152$); e no EP por um sujeito hemiplégico pós-AVE, do sexo feminino, 73 anos; MEEM = 19; EAM = 2.

Comparando-se as medidas entre *baseline* e tarefa, observou-se no E1 um aumento no %mV de Theta e Gamma C/P3-C/P4 e de Beta em C/P4; diminuição de Alpha e SMR em C/P3-C/P4 e de Beta em C/P3. Comparando-se as bandas de frequência durante a prática das tarefas, observou-se diferença significativa Gamma C/P3-C/P4 ($p=0,005$) e correlação forte Alpha/Theta ($r_s=0,830$, $p=0,003$), Alpha/SMR ($r_s=0,867$, $p=0,001$); moderada Alpha/Gamma ($r_s=0,673$, $p=0,003$) em C/P3, Alpha/Alpha ($r_s=0,770$, $p=0,009$) e Gamma/Gamma em C/P3 e C/P4 ($r_s=0,661$, $p=0,003$) (tabela 1). Os 10 sujeitos apresentaram pontuação 5 nas oito tarefas da *WMFT* sendo que a tarefa que demorou mais tempo para ser executada foi a sexta (virar cartas) – média de 7,715s; e a que gastou menos tempo foi a primeira (puxar peso de 1 kg) – média de 1,683s (tabela 2).

No EP, os parâmetros de mediana (percentil 50) de %mV de cada banda de frequência, gerados pelo somatório dos 10 sujeitos do E1 foram utilizados como parâmetros de calibração do software de Neurofeedback. Comparando-se os valores absolutos das medidas entre *baseline* e tarefa, observou-se aumento no %mV de Theta C/P3-C/P4, Beta e Gamma C/P4 na 2ª sessão; diferença significativa Gamma C/P4 ($p=0,005$); diminuição %mV das outras bandas. Durante a prática motora na 2ª sessão, encontrou-se diferença significativa de Alpha e SMR C/P3 ($p=0,012$) e forte correlação ($r_s=0,881$, $p=0,004$). Não houve diferença significativa entre tempos ($p=0,123$), entretanto, observou-se uma forte correlação no tempo antes e depois intervenção na 1ª ($r_s=0,929$ $p=0,001$) bem como na 2ª sessão de intervenção ($r_s=0,976$ $p=0,000$) (tabela 3).

Quando comparados os tempos de desempenho das tarefas no pré-teste da primeira sessão com o pós-teste da segunda sessão, observa-se redução dos tempos em todas as tarefas. A tarefa mais rápida foi a tarefa 1 no pós teste e a que demorou mais tempo para ser realizada foi a tarefa 8 no pré-teste. A média de tempo antes do treinamento cognitivo com Neurofeedback foi de 5,389s ($dp=0,505$) e após foi de 3,231s ($dp=0,229$). Não houve mudança radical nos escores *WMFT* de desempenho das tarefas, mas pode-se observar uma mudança de 4 para 5 no escore da tarefa 8 (tabela 4).

Banda/Par de eletrodos	Estudo1 (n=10)					
	Percentil de %mV					
	<i>Baseline</i>			Tarefa		
	25	<u>50</u>	75	25	<u>50</u>	75
Tetha CP3	8.057	8.826	14.129	6.829	11.433	13.664
Tetha CP4	7.494	8.013	13.585	7.104	10.552	13.108
Alpha CP3	14.278	19.396	24.387	7.266	10.358	12.747
Alpha CP4	10.384	17.514	26.204	5.900	9.294	12.120
SMR CP3	7.857	12.981	17.559	4.845	8.290	9.488
SMR CP4	6.694	11.435	16.976	5.177	6.561	9.556
Beta CP3	7.939	9.089	11.461	6.916	8.993	12.306
Beta CP4	4.568	5.478	6.671	5.246	7.369	9.473
Gamma CP3	3.071	3.993	4.784	4.669	6.690*	8.362
Gamma CP4	2.665	4.851	5.776	3.331	5.664*	8.956

Tabela 1. Somatório dos percentuais de amplitude de permanência (%mV) de cada banda de frequência no espectro de EEG nos estados de *baseline* e durante a prática das tarefas; nos respectivos pares de eletrodos C3 e P3 (CP3) e C4 e P4 (CP4). Valores apresentados em interquartil 25/50/75. * Diferença significativa.

(n=10)	Estudo1								Média
	Tarefa/Tempo (s)								
	1	<u>2</u>	3	4	<u>5</u>	6	7	8	
1	1,290	1,960	1,550	3,250	3,390	6,340	5,440	5,770	3,332
2	1,660	1,770	1,170	1,530	2,900	8,090	3,610	5,760	3,166
3	2,030	1,990	1,140	1,890	4,920	7,700	3,260	5,070	3,444
4	1,870	1,710	1,340	2,190	3,820	7,590	4,670	6,070	3,696
5	1,570	1,820	1,790	2,130	4,360	7,530	4,240	5,830	3,808
6	1,490	1,930	1,450	1,970	3,530	6,890	3,860	5,780	3,656
7	1,420	1,790	2,070	2,160	4,250	8,140	5,600	5,880	4,257
8	1,800	1,720	1,940	3,010	3,420	8,180	4,130	5,930	4,237
9	1,650	2,030	1,810	2,010	4,220	7,590	3,870	6,100	4,253
10	2,050	2,110	1,820	2,790	3,890	9,100	5,350	6,160	4,808
Média	1,683	1,883	1,608	2,293	3,870	7,715	4,403	5,835	3,866
dp	0,254	0,139	0,326	0,544	0,587	0,752	0,823	0,306	0,511

Tabela 2. Tempo absoluto e médias com desvio padrão (dp) referentes desempenho da prática de cada tarefa apresentado em segundos (s): Tarefa 1= puxar peso de 1 Kg; Tarefa 2= levantar lata; Tarefa 3= levantar um lápis; Tarefa 4= levantar clipe; Tarefa 5= empilhar peças; Tarefa 6= virar cartas; Tarefa 7= virar chave; Tarefa 8= dobrar toalha. Valores em negrito mostram tarefa que demorou menos e mais tempo para ser realizada.

Estudo Piloto (n=1)			
Intervenção com Neurofeedback	Banda/Par de eletrodos	Percentil de %mV	
		<i>Baseline</i>	Tarefa
1ª Sessão	Tetha CP3	5.708	5.917
	Tetha CP4	3.382	4.743
	Alpha CP3	8.870	5.392
	Alpha CP4	8.489	4.478
	SMR CP3	5.917	3.933
	SMR CP4	4.436	3.782
	Beta CP3	7.550	2.586
	Beta CP4	2.494	1.935
	Gamma CP3	5.619	1.817
	Gamma CP4	1.643	1.295
2ª Sessão	Tetha CP3	3.867	4.155
	Tetha CP4	3.382	3.789
	Alpha CP3	5.016	4.296*
	Alpha CP4	4.787	3.818
	SMR CP3	3.966	3.446*
	SMR CP4	3.754	3.305
	Beta CP3	6.176	3.726
	Beta CP4	1.320	1.875
	Gamma CP3	3.934	2.702
	Gamma CP4	0.894	1.256*

Tabela 3. Valores absolutos referentes aos percentuais de amplitude de permanência (%mv) de cada banda de frequência no espectro de EEG nos estados de *baseline* e durante a prática das tarefas, nos respectivos pares de eletrodos C3 e P3 (CP3) e C4 e P4 (CP4). * Diferença significativa.

Estudo Piloto

Tarefa	1ª Sessão				2ª Sessão			
	Pré-Teste		Pós-Teste		Pré-Teste		Pós-Teste	
	Tempo	Pont.	Tempo	Pont.	Tempo	Pont.	Tempo	Pont.
1	1.270	5	1.645	5	1.054	5	1.111	5
2	1.520	5	1.480	5	1.607	5	1.461	5
3	2.470	4	2.598	4	1.810	4	2.210	4
4	1.630	4	1.602	4	3.037	4	1.574	4
5	6.030	5	4.250	5	4.490	5	4.166	5
6	11.773	4	8.120	4	7.282	4	8.029	4
7	4.012	5	3.030	5	4.023	4	2.955	5
8	14.407	4	10.300	4	6.810	5	4.345	5
Média	5.389	-	4.128	-	3.764	-	3.231	-
Dp	0, 505	-	0, 330	-	0,234	-	0, 229	-

Tabela 4. Tempo absoluto e médias com desvio padrão (dp) referentes desempenho da prática de cada tarefa apresentado em segundos (s): Tarefa 1= puxar peso de 1 Kg; Tarefa 2= levantar lata; Tarefa 3= levantar um lápis; Tarefa 4= levantar clipe; Tarefa 5= empilhar peças; Tarefa 6= virar cartas; Tarefa 7= virar chave; Tarefa 8= dobrar toalha. Valores em negrito mostram tarefa que demorou menos e mais tempo para ser realizada.

4 DISCUSSÃO

Neste estudo, foram investigados os sinais bioelétricos neurofisiológicos durante o treinamento de tarefas motoras. Os achados neste estudo permitiram observar o aumento das amplitudes de onda, no *baseline* e nas tarefas, de Theta, Beta e Gamma, mostrando que houve coerência inter-hemisférica durante a tarefa, porém estatisticamente só houve diferença significativa ($p=0,005$) entre a onda Gamma no *baseline* e nas tarefas. Essa diferença só foi observada no hemisfério cerebral esquerdo mostrando que o planejamento motor influencia diretamente Gamma; ou seja, como as tarefas foram executadas pelo membro superior direito, ela expressa o processamento cognitivo envolvido no planejamento motor^{6,7,11}. Essa atividade cortical sincronizada, preparatória, distribuída, composta por componente cognitivo, motor e somestésico, parece ser essencial para uma precisa atuação motora^{20,24}. Outros dados sugerem que a sua existência distribuída pelo cérebro tenha uma função de construir bloqueios para evitar a perda de atenção seletiva. Desta forma, atividade em frequência de ritmo Gamma pode representar uma importante capacidade de processamento geral de informação no sistema nervoso^{11,25,26}. A banda de frequência Beta é a associada com estar focado, em atividade analítica, a estados de orientação externa, de alto processamento cognitivo. Parece ser a que está mais relacionada com atividades tanto pré-motoras como motoras propriamente ditas. Tal frequência tem considerável valor para as análises relativas aos movimentos normais e patológicos³⁰.

A onda Gamma também tem sido detectada antes do início do movimento e permanecendo ao longo do tempo²⁷. Miltner et al.²⁴ mostraram coerência, entre os hemisférios cerebrais, em Gamma quando o cérebro detecta estímulos envolvidos no processo de aprendizagem motora. O presente estudo mostrou essa coerência quando apresenta diferença significativa e correlação moderada de Gamma CP3 e Gamma em C/P4.

A redução de Theta promove aumento no controle motor e coordenação motora. Entretanto em nossos achados, no estudo 2, o aumento de Theta foi concomitante com a melhora do desempenho motor, evidenciado pela redução do tempo de execução da tarefa quando comparado o pré teste (1ª sessão) com o pós teste (2ª sessão)³¹. Observa-se que a banda de frequência Theta é relacionada à diretamente aos mecanismos de potencialização do processamento de informações de memória de longa duração, o que fundamenta eletro-neurofisiologicamente a aprendizagem^{28,29}. Observou-se esta fundamentação quando os achados do estudo piloto mostrara diferença significativa em Theta comparando *baseline* e tarefa, além de aumento na pontuação da tarefa e diminuição do tempo de realização de todas elas em relação ao

pré-teste da primeira sessão e o pós-teste da segunda sessão, o que sugere melhora no desempenho motor e, portanto, aprendizagem motora.

Na segunda sessão realizada pelo grupo 2, pode-se observar um aumento %mV das bandas Beta e Gamma. Segundo Lattari et al²⁰, a coerência entre Beta e Gamma tem potencial para ser um dado sensível em quantificar mudanças motoras e variações em atividades no Sistema Nervoso Central, especialmente na recuperação da função motora, conforme propõe esse estudo piloto.

Um aumento de Theta e Gamma está relacionado com a evocação de memórias motoras¹², desta maneira, influenciadas pelas tarefas motoras praticadas, o que foi evidenciado nos estudos 1 e 2, podendo estar correlacionado com a diminuição do tempo quando comparadas a primeira e segunda sessão do estudo 2.

Com relação a onda Alpha no estudo 1, foi encontrada uma relação significativa entre Alpha e Theta, o que indica que quando Alpha aumentou carregou Theta consigo por ser menor do que Alpha, e não por ter evocado memória de longa duração. Na literatura é encontrado que a banda de atividade Alpha sofre modificações importantes durante o treinamento de tarefas, aprendizagem e desempenho motor⁴. A banda de frequência desaparece durante o processamento de informações e aquisição de memória, aparecendo novamente após a aprendizagem e consolidação de memória⁴.

Alpha e SMR no hemisfério esquerdo se apresentaram muito diferentes em relação a mudanças do estado *baseline* para a tarefa. A diferença entre SMR foi menor do que a diferença entre Alpha em todas as tarefas. Sugere-se que a interferência da atividade motora sobre o córtex sensorial do hemisfério esquerdo afeta significativamente o estado de vigília com relaxamento que é representado pela banda Alpha. A diferença estatística encontrada durante a tarefa entre Alpha e SMR sugere que quando o %mV de Alpha aumenta, este aumento está relacionado com a chegada de informação sensorial no córtex do hemisfério esquerdo, mediante os movimentos do sujeito destro ao movimentar seu segmento superior direito. Alpha também é associada com a meditação e uma sensação de calma interior ou relaxamento. É uma banda de frequência que se modifica em face da exposição do sujeito a tarefas cognitivas dos mais diferentes níveis de complexidade. Sua presença deve ter coerência entre hemisférios, ou seja, ser relativamente igual em amplitude de permanência no espectro de EEG à esquerda e à direita. Sua supressão deve ocorrer em atividades complexas como tarefas cognitivas³². O SMR predomina somente na região do córtex sensoriomotor (eletrodos C) e é associada com estados de orientação internos que aumenta quando a circuitaria motora do cérebro está ociosa, apresentando quietude e diminuição com a realização de movimentos^{6,7}.

Considera-se, finalmente, que esse estudo foi eficiente quanto a encontrar uma possibilidade para investigar e calibrar intervenções com Neurofeedback utilizando-se parâmetros cognitivos com EEG. Deve-se agora ampliar o estudo piloto, através de cálculo amostral, e intervenção com Neurofeedback com e sem prática motora e investigar os processos cognitivos envolvidos no processo de aprendizagem e memória motora. Não há dúvida que o monitoramento das frequências corticais cerebrais em tempo real a realização de tarefas motoras é eficiente para observar o processo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Keele, SW. Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bull.* 1968; 70: 387-03.
- 2 - Brooks VB. *The neural basis of motor control.* Oxford University Press. 1986; .82–110.
- 3 - Sage, GH. *Motor Learning, 1984. Em: A neuropsychological approach.* Dubuque, Iowa.
- 4 - Smith M, Mcevoy LK, Gevins A. Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. *Cognitive Brain Research.* 1999; 7(3): 389-04.
- 5 - Bastos VH, Cunha M, Veiga H, McDowell K, Pompeu F, Cagy M, et al. Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado de datilografia. *Rev Bras de Med Esp.* 2004; 10(6): 494 -9.
- 6 - Demos JN. Review of Common Banded Frequencies. In: *Getting Started with Neurofeedback.* London: Norton & Company, 2005; 112-120.a.
- 7 - Demos, JN. Brain Basics and Body Anatomy and Physiology. In: *Getting Started with Neurofeedback.* London: Norton & Company, 2005; 22-56.b.
- 8 - Maxwell J, Masters R, Eves F. The role of working memory in motor learning and performance. *Conscious Cogn.* 2003; 12(3): 376-02.
- 9 - Gevins A. The future of electroencephalography in assessing neurocognitive functioning. *Electro And Clinical Neuro.* 1998; 106(2): 165-72.
- 10 – Luft C, Andrade A. A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora. *Rev Port Cien Desp.* 2006; 6(1): 106-15.
- 11 - Bonini-Rocha AC, Timm M, Chiaramonte M, Zaro MA, Rasia-Filho AA, Wolff D, et al. Metodologia para observação e quantificação de sinais de EEG relativos a evidências cognitivas de aprendizagem motora. *Ciências & Cognição.* 2008; 13(2): 27-50.
- 12 - Bonini-Rocha AC, Chiaramonte M, Zaro MA, Timm MI, Wolff D. Observação das evidências cognitivas de aprendizagem motora no desempenho de jovens violonistas monitoradas por Eletroencefalograma: um estudo piloto. *Ciências & Cognição.* 2009 14(1): 103-20.
- 13 -Hjorth, B. A on-line transformation of EEG scalp potentials into orthogonal source derivations. *Electroencephalography Clin. Neurophysiol.* 1975; 39(5):526-30.
- 14 – Gevins AS, Zeitlin G, Yingling CD, Doyle JC, Dedon MF, Schaffer RE, et al. EEG Patterns during ‘cognitive’ tasks. I. Methodology and analysis of complex behaviors. *Eletroencephalography Clin. Neurophysiol.* 1979; 47(6): 693-703.
- 15 - Frey U, Morris R. Synaptic tagging and long-term potentialtion. *Nature.* 1997; 385(6616):533-6.

- 16 - Fernandes MB, Cabral DL, Souza RJP, Sekitani HY, Teixeira-Salmela LF, Laurentino GEC. Independência funcional de indivíduos hemiparéticos crônicos e sua relação com a fisioterapia. *Fisioter. Mov.* 2012; 25(2): 333-41.
- 17 - O'Sullivan SB, Scmhmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 4ª ed. São Paulo, Manole, 2004; 159-72.
- 18 Brashear A, Zafone R, Corcoran M, Galvez-Jimenez N, Gracies JM, Gordon MF, Mcaffé A, Ruffing k, Tompson B, Williams M, Lee CH, Turkel C. Inter- and intrarater reliability of the Ashworth Scale and Disability Assessment Scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1349-1353.
- 19 Lourenço RA, Veras RP. Mini Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev. Saúde Pública [online]*. 2006;4(40):712-719.
- 20 - Latari E, Velasques B, Paes F, Cunha M, Budde H, Basile H, et al. Revisión crítica del comportamiento de la coherencia corticomuscular em el control motor fino de la fuerza. *Rev Neurol.* 2010; 51(10): 610-23.
- 21 - Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA, Jann BB. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Exp Neurol.* 1989; 104(2): 125-32.
- 22 -Morris DM, Uswatte G, Crago JE, Cook EW, Taub E. The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(6):750-5.
- 23 – Pereira ND, Michaelsen SM, Menezes IS, Ovando AC, Lima RC, Teixeira-Salmela LF. Confiabilidade da versão brasileira do Wolf Motor Function Test em adultos com hemiparesia. *Rev Bras Fisiot.* 2011; 15(3): 257-65.
- 24 - Miltner WH, Braun C, Arnold M, Witte H, Taub E. Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associative learning. *Nature.* 1999; 397(6718): 434-6.
- 25 - Basar-Eroglu C, Strüber D, Schurmann M, Stadler M, Basar E. Gamma-band responses in the brain: a short review of phychophysiological correlates and functional significance. *Intl. J. Psychophysiol.* 1996; (24): 101-112.
- 26 - Bressler SL. The gamma wave: a cortical information carrier? *Trends Neurosci.* 1990; 13(5): 161-2.
- 27 - Darvas F, Scherer R, Ojemann JG, Rao RP, Miller KJ, Sorensen LB. High Gamma Mapping Using Eeg. *NeuroImage.* 2010; 49(1): 930-8.
- 28 - Lombroso P. Aprendizado e Memória. *Rev Bras de Psi;* 2004; 26(3): 27-31.
- 29 - Squire LR. Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiol. Learn. Memory.* 2004; 82(3):171-7.

30 - Fairchough SH, Venables L, Tattersall A. The influence of task demand and learning on the psychophysiological response. *Intl. J. Psychophysiol.* 2005;56(2):171-84.

31 - Muratori MFP, Muratori TMP. Neurofeedback na Reabilitação Neuropsicológica Pós-Acidente Vascular Cerebral. *Rev Neurocienc*, in press 2012.

32 - Andrew C, Pfurtscheller G. On the existence of different alpha band rhythms in the hand area of man. *Neurosci. Lett.* 1997; 222(2): 103-6.

6 ANEXOS

ANEXO A

NORMAS DA REVÍSTA CIENTÍFICA - *Brazilian Journal of Physical Therapy*

Forma e apresentação do manuscrito

O BJPT considera a submissão de manuscritos com até 3.500 palavras (excluindo-se página de título, resumo, referências, tabelas, figuras e legendas). Informações contidas em anexo(s) serão computadas no número de palavras permitidas.

O manuscrito deve ser escrito preferencialmente em inglês. Quando a qualidade da redação em inglês comprometer a análise e avaliação do conteúdo do manuscrito, os autores serão informados.

Recomenda-se que os manuscritos submetidos em inglês venham acompanhados de certificação de revisão por serviço profissional de *editing and proofreading*. Tal certificação deverá ser anexada à submissão. Sugerimos os seguintes serviços abaixo, não excluindo outros:

- *American Journal Experts* (<http://www.journalexerts.com>);
- *Scribendi* (www.scribendi.com);
- *Nature Publishing Groups Language Editing* (<https://languageediting.nature.com/login>).

Antes do corpo do texto do manuscrito deve-se incluir uma página de título e identificação, palavras-chave e o *abstract*/resumo. No final do manuscrito inserir as referências, tabelas, figuras e anexos.

Título e identificação

O título do manuscrito não deve ultrapassar 25 palavras e deve apresentar o máximo de informações sobre o trabalho. Preferencialmente, os termos utilizados no título não devem constar na lista de palavras-chave.

A página de identificação do manuscrito deve conter os seguintes dados:

Título completo e título resumido com até 45 caracteres, para fins de legenda nas páginas impressas;

Autores: nome e sobrenome de cada autor em letras maiúsculas, sem titulação, seguidos por número sobrescrito (expoente), identificando a afiliação institucional/vínculo (unidade/instituição/cidade/estado/país). Para mais de um autor, separar por vírgula;

Autor de correspondência: indicar o nome, endereço completo, e-mail e telefone do autor de correspondência, o qual está autorizado a aprovar as revisões editoriais e complementar demais informações necessárias ao processo;

Palavras-chaves: termos de indexação ou palavras-chave (máximo seis) em português e em inglês.

Abstract/Resumo

Uma exposição concisa, que não exceda 250 palavras em um único parágrafo, em português (Resumo) e em inglês (*Abstract*), deve ser escrita e colocada logo após a página de título. Referências, notas de rodapé e abreviações não definidas não devem ser usadas no Resumo/*Abstract*. O Resumo e o *Abstract* devem ser apresentados em formato estruturado.

Introdução

Deve-se informar sobre o objeto investigado devidamente problematizado, explicitar as relações com outros estudos da área e apresentar justificativa que sustente a necessidade do desenvolvimento do estudo, além de especificar o(s) objetivo(s) do estudo e hipótese(s), caso se aplique.

Método

Descrição clara e detalhada dos participantes do estudo, dos procedimentos de coleta, transformação/redução e análise dos dados de forma a possibilitar reprodutibilidade do estudo. O processo de seleção e alocação dos participantes do estudo deverá estar organizado em fluxograma, contendo o número de participantes em cada etapa, bem como as características principais ([ver modelo fluxograma CONSORT](#)).

Quando pertinente ao tipo de estudo deve-se apresentar cálculo que justifique adequadamente o tamanho do grupo amostral utilizado no estudo para investigação do(s) efeito(s). Todas as informações necessárias para estimativa e justificativa do tamanho amostral utilizado no estudo devem constar no texto de forma clara.

Resultados

Devem ser apresentados de forma breve e concisa. Resultados pertinentes devem ser reportados utilizando texto e/ou tabelas e/ou figuras. Não se devem duplicar os dados constantes em tabelas e figuras no texto do manuscrito.

Discussão

O objetivo da discussão é interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos já existentes e disponíveis na literatura, principalmente àqueles que foram indicados na Introdução. Novas descobertas devem ser enfatizadas com a devida cautela. Os dados apresentados nos métodos e/ou nos resultados não devem ser repetidos. Limitações do estudo, implicações e aplicação clínica para as áreas de Fisioterapia e Reabilitação deverão ser explicitadas.

Referências

O número recomendado é de 30 referências, exceto para estudos de revisão da literatura. Deve-se evitar que sejam utilizadas referências que não sejam acessíveis internacionalmente, como teses e monografias, resultados e trabalhos não publicados e comunicação pessoal. As

referências devem ser organizadas em sequência numérica de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos, elaborados pelo [Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas – ICMJE](#).

Os títulos de periódicos devem ser escritos de forma abreviada, de acordo com a [List of Journals do Index Medicus](#). As citações das referências devem ser mencionadas no texto em números sobrescritos (expoente), sem datas. A exatidão das informações das referências constantes no manuscrito e sua correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es).

Exemplos: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Tabelas, Figuras e Anexos.

As tabelas e figuras são limitadas a cinco (5) no total. Os anexos serão computados no número de palavras permitidas no manuscrito. Em caso de tabelas, figuras e anexos já publicados, os autores deverão apresentar documento de permissão assinado pelo autor ou editores no momento da submissão.

Para artigos submetidos em língua portuguesa, a(s) versão (ões) em inglês da(s) tabela(s), figura(s) e anexo(s) e suas respectivas legendas deverão ser anexados no sistema como documento suplementar.

-Tabelas: devem incluir apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas (máximo permitido: uma página, tamanho A4, em espaçamento duplo), devem ser numeradas, consecutivamente, com algarismos arábicos e apresentadas no final do texto. Não se recomendam tabelas pequenas que possam ser descritas no texto. Alguns resultados simples são mais bem apresentados em uma frase e não em uma tabela.

-Figuras: devem ser citadas e numeradas, consecutivamente, em arábico, na ordem em que aparecem no texto. Informações constantes nas figuras não devem repetir dados descritos em tabela(s) ou no texto do manuscrito. O título e a(s) legenda(s) devem tornar as tabelas e figuras compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto. Todas as legendas devem ser digitadas em espaço duplo, e todos os símbolos e abreviações devem ser explicados. Letras em caixa-alta (A, B, C, etc.) devem ser usadas para identificar as partes individuais de figuras múltiplas.

Se possível, todos os símbolos devem aparecer nas legendas; entretanto, símbolos para identificação de curvas em um gráfico podem ser incluídos no corpo de uma figura, desde que não dificulte a análise dos dados. As figuras coloridas serão publicadas apenas na versão online. Em relação à arte final, todas as figuras devem estar em **alta resolução ou em sua versão original**. Figuras de baixa qualidade não serão aceitas e podem resultar em atrasos no processo de revisão e publicação.

-Agradecimentos: devem incluir declarações de contribuições importantes, especificando sua natureza. Os autores são responsáveis pela obtenção da autorização das pessoas/instituições nomeadas nos agradecimentos.

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade de Brasília

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

O (a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto intitulado: EFEITO DO TREINAMENTO DE TAREFAS MOTORAS COM NEUROFEEDBACK EM PESSOAS COM HEMIPLEGIA PÓS-AVE.

Estamos realizando um estudo sobre o comportamento das ondas cerebrais relacionado ao treinamento motor e desempenho de tarefas motoras. Esta pesquisa é importante para produzir conhecimento na área da Fisioterapia Neurofuncional já que tanto tem se falado e divulgado terapêuticas utilizando realidade virtual durante tratamento fisioterapêutico.

O objetivo desta pesquisa é: avaliar se realizar/treinar uma tarefa que envolva movimento, somente com o pensamento, realmente causa melhora no desempenho da tarefa e aprendizagem motora.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Estamos convidando o (a) Sr (a) a participar desse estudo, voluntariamente, que dar-se-a no seguinte endereço: SGAS 910, Mix Park Sul, bloco F, salas 228/230, Brasília/Brasil. O (a) Sr (a) ficará sentado comodamente numa cadeira com apoio para os pés e realizará as seguintes atividades com seu braço hemiplégico: Alcançar e retroceder, Levantar uma lata, Levantar um lápis, Levantar um clipe, Empilhar algumas peças pequenas de madeira, Virar cinco cartas, Virar uma chave em um cadeado, e Dobrar uma toalha de rosto. O (a) Sr. (a) repetirá cada gesto três vezes. O pesquisador repetirá três vezes consecutivo o comando de cada tarefa específica, a cada tarefa, verbalmente e com seu corpo antes do (da) Sr. (a) executar cada uma.

Depois disto, o (a) Sr (a) será submetido à colocação de, no máximo, quatro eletrodos não invasivos, ou seja, que serão presos na sua cabeça por meio de uma touca com gel condutor, sem cortes ou danos no seu couro cabeludo, ligados por fios ao computador. Logo após a colocação da touca, os pesquisadores irão fazer um reconhecimento da sua atividade cerebral antes de apresentar-lhe as tarefas que o (a) Sr (a) irá praticar com o pensamento, olhando para um vídeo na tela de TV. A tarefa que o (a) Sr. (a) olhar no vídeo será a mesma que realizou antes da colocação dos eletrodos na sua cabeça. Na tela da TV aparecerão as oito imagens referentes às tarefas específicas, executadas pelo pesquisador. O vídeo com as tarefas específicas só roda quando, e se, o (a) Sr. (a) esforçar seu pensamento. O (a) Sr. (a) terá no máximo 60 segundos para realizar cada uma das tarefas. Depois de passar por cada tarefa, o (a) Sr. (a) será desconectado dos fios dos eletrodos e realizará novamente as tarefas com as mãos, conforme antes de ser conectado aos eletrodos.

Os possíveis desconfortos associados a esse estudo estão relacionados à permanência de algum tempo sentado e a conexão aos eletrodos por touca ou se sentir cansado pelo esforço do pensamento que irá fazer. O (a) Sr (a) poderá sentir desconforto com o uso desses

equipamentos de EEG acoplados na sua cabeça ou devido a sua permanência no local onde o experimento acontecerá, mas não sofrerá qualquer risco a sua saúde física ou moral. Referindo qualquer mal estar o (a) Sr (a) será imediatamente desconectado dos equipamentos, assim como será retirado do local, recebendo atendimento de forma personalizada de acordo com suas necessidades. Garante-se ao Sr (a) a monitoração de sinais vitais e todo o apoio necessário e deslocamento para posto de saúde, caso seja indicado.

O (a) Sr (a) poderá desistir de participar do estudo a qualquer momento. O atendimento de suas necessidades e demandas não será diferente se decidir não participar ou deixar a pesquisa depois de iniciada. Da mesma forma, a sua avaliação também não sofrerá qualquer influência se decidir não participar ou deixar a pesquisa depois de iniciada. Deixamos claro que o (a) Sr (a) tem liberdade de se recusar em participar ou em retirar o consentimento, sem punição ou prejuízo, podendo utilizar dos meios fornecidos neste termo a qualquer um dos pesquisadores listados neste Termo de Consentimento (telefone, endereço, e-mail, etc.).

A pesquisadora responsável pela pesquisa é a professora Ana Clara Bonini Rocha, telefone: 83233335. Os pesquisadores garantem que o (a) Sr (a) terá todas as suas dúvidas esclarecidas antes e durante a pesquisa.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3 107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável
Nome e assinatura

Brasília, ____ de _____ de _____

OBSERVAÇÃO: Esse termo de consentimento será impresso em duas cópias, sendo uma de propriedade do participante da pesquisa, e outra de propriedade dos pesquisadores responsáveis.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade de Brasília

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto “Avaliação do Comportamento das Frequências Espectrais Corticais por EEG No Treinamento de Tarefas Motoras em Idosos Hígidos.”

O objetivo desta pesquisa é investigar quais as influências do seu treinamento das tarefas motoras (feitas com as mãos) na organização das frequências cerebrais, ou seja, o que acontece dentro do seu cérebro enquanto o (a) senhor (a) está fazendo os movimentos.

O (a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

O (a) senhor (a) ficará sentado confortavelmente numa cadeira e o pesquisador colocará quatro placas denominadas de eletrodos, com uma cola especial na sua cabeça. Esta cola não causa nenhum efeito no seu couro cabeludo. As placas (ou eletrodos) terão fios que serão ligados no computador. Logo após será feito um reconhecimento da atividade do seu cérebro antes de apresentar-lhe as tarefas que o (a) senhor (a) irá praticar com as mãos. O pesquisador repetirá três vezes o que o (a) senhor (a) deverá fazer. O (a) senhor (a) treinará com ambas as mãos as seguintes tarefas (todas na posição sentada): Alcançar e retroceder, levantar lata, levantar lápis, levantar clipe, empilhar peças, virar cartas, virar chave, dobrar toalha. O (a) Sr (a) irá repetir três vezes cada uma das tarefas, três vezes com cada mão. Acontecerá na data combinada _____ com um tempo estimado para sua realização de 1 (uma) hora, no máximo. Informamos que o (a) senhor (a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Instituição Universidade de Brasília (UnB) podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição. Se o (a) senhor (a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, telefone para: Professora Dr.^a Ana Clara Bonini-Rocha, na instituição Universidade de Brasília (UnB) telefone: (61) 3107-8416, ou em seu celular (63) 8323-3335, no horário: Diurno.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura desse termo (TCLE) ou de seus direitos durante a pesquisa podem ser obtidas através do telefone: (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável
Nome e assinatura

Brasília, ____ de _____ de _____

ANEXO C

WOLF MOTOR FUNCTION TEST

Nome do paciente _____

Data: __/__/__

Teste (checagem 1): Mais afetado: _____ Pós-tratamento: _____ Seguimento: _____

Teste do braço (checagem 1): Mais afetado _____ Menos afetado _____

Tarefa	Tempo	Habilidade funcional (HF)	Comentário
1. Antebraço na mesa	012345		
2. Antebraço na caixa	012345		
3. Extensão do cotovelo			012345
4. Extensão do cotovelo (com peso)	012345		
5. Mão na mesa			012345
6. Mão na caixa			012345
7. Com peso na caixa*			_____g
8. Alcançar e retroceder			012345
9. Levantar lata			012345
10. Levantar lápis			012345
11. Levantar clipe de papel			012345
12. Empilhar peças			012345
13. Virar cartas	012345		
14. Força de preensão*	_____kgf		
15. Virar chave	012345		
16. Dobrar toalha			012345
17. Levantar cesta			012345

*os itens de força não são incluídos no desempenho final do tempo ou na HF

Descrição das tarefas WMFT

1. Antebraço na mesa (de lado): Colocar o antebraço fazendo abdução de ombro.
2. Antebraço na caixa (de lado): Colocar o antebraço na caixa fazendo abdução de ombro.
3. Extensão de cotovelo (de lado): Levar a mão do outro lado da mesa estendendo o cotovelo.
4. Extensão de cotovelo com peso (de lado): Empurrar o peso para o outro lado da mesa estendendo o cotovelo.
5. Mão na mesa (de frente): Colocar a mão testada na mesa
6. Mão na caixa (de frente): Colocar mão na caixa
8. Alcançar e retroceder (de frente): Puxar peso de 1kg através da mesa usando flexão de cotovelo, antebraço na posição neutra e mão em concha.
9. Levantar a Lata (de frente): Levantar a lata e aproxima-la dos lábios com preensão cilíndrica.
10. Levantar lápis (de frente): Levantar lápis usando preensão com 3 dedos.

11. Levantar clipe de papel (de frente): Levantar um clipe de papel usando pinça polpa-polpa.
12. Empilhar peças de dama (de frente): Empilhar três peças de dama.
13. Virar cartas (de frente): virar três cartas usando a pinça e supinação de antebraço.
15. Virar chave na fechadura (de frente): Utilizando a pinça da chave, virá-la para ambos os lados e voltar ao meio.
16. Dobrar toalha (de frente): dobrar toalha longitudinalmente, em seguida usa a mão testada para dobrar a toalha ao meio novamente.
17. Levantar a cesta (de pé): pegar a cesta pela alça e coloca-la na superfície ao lado.