

**UNIVERSIDADE CASTELO BRANCO
VICE-REITORIA ACADÊMICA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU* EM CIÊNCIA DA
MOTRICIDADE HUMANA - PROCIMH**

EMERSON GARCIA CAVALEIRO

**APRENDIZAGEM MOTORA E O TIRO PRÁTICO: UMA PERSPECTIVA
ELETROFISIOLÓGICA**

**Rio de Janeiro
2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

EMERSON GARCIA CAVALEIRO

**APRENDIZAGEM MOTORA E O TIRO PRÁTICO: UMA PERSPECTIVA
ELETROFISIOLÓGICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa *Stricto Sensu* em Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência da Motricidade Humana.

Orientador: Prof. Dr. Alair Pedro Ribeiro de Souza e Silva

**Rio de Janeiro
2007**

EMERSON GARCIA CAVALEIRO

**APRENDIZAGEM MOTORA E O TIRO PRÁTICO: UMA PERSPECTIVA
ELETROFISIOLÓGICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa *Stricto Sensu* em Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência da Motricidade Humana.

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. ALAIR PEDRO RIBEIRO DE SOUZA E SILVA – Presidente
Universidade Castelo Branco

Prof. Dr. JOÃO SANTOS PEREIRA – 2º Membro
Universidade Castelo Branco

Prof. Dr. PAULO MOREIRA SILVA DANTAS – 3º Membro
Universidade do Grande Rio

Aos meus pais, uma justa homenagem pela contribuição clara e objetiva em minha formação moral e intelectual.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Pedro os sinceros agradecimentos pela orientação firme e objetiva na realização deste trabalho, e pelo apoio correto e amigo que me ofereceu em todos os momentos.

Aos meus pais Luiz Carlos Cavaleiro e Eunice Garcia Cavaleiro, pelo amor com que me conceberam e educaram, pelas inúmeras horas que velaram meu sono, e pelas palavras de incentivo em todos os dias de minha jornada, minha eterna gratidão.

À minha esposa Patrícia pela compreensão, apoio e companheirismo nos momentos em que estive ausente em prol da realização deste trabalho.

Ao meu filho Pedro, presente recebido de DEUS, durante o Curso, e que renovou minha esperança na vida, inundando meu ser de alegria.

Ao meu filho Felipe que nascerá em dezembro de 2007, mas já é muito amado e esperado.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que este projeto fosse concluído.

Quem ouve esquece, quem vê
lembra, quem faz aprende.
(Provébio Chinês)

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo verificar as mudanças eletrofisiológicas de sujeitos normais e destros, submetidos a um treinamento que visava o aprendizado motor do tiro prático de pistola. Estudos recentes nos têm mostrado que o córtex cerebral, em particular, modifica-se em vários aspectos durante os mecanismos de aprendizagem. Desta forma, o cerne desta pesquisa foi verificar se haveria ou não modificação cortical, durante a prática sugerida. Para tanto, 10 sujeitos foram submetidos a um protocolo de aprendizagem do tiro prático de pistola. As medidas das variáveis comportamentais (precisão do tiro) foram gravadas durante 4 blocos de aprendizagem motora. As medidas das variáveis eletrofisiológicas (potência de alfa em F3, F4, F7 e F8) foram gravadas por meio da eletroencefalografia quantitativa (EEGq) em três momentos distintos: Linha de Base, Aprendizagem Motora, e Controle da Aprendizagem. As variáveis eletrofisiológicas foram analisadas por meio de uma ANOVA one-way com medidas repetidas em 6 Blocos de interesse, para cada um dos 5 setores do escalpo, seguido do teste de Scheffé ($p \leq 0,05$). Foi observada uma diminuição na potência média de alfa em todos os setores do escalpo analisados, durante a execução da prática motora, quando comparados aos blocos de linha de base e controle da aprendizagem. Com isto, os resultados sugerem que a prática motora diminui a potência de alfa em F3, F4, F7 e F8, quando o sujeito executa uma tarefa motora complexa, ocorrendo um aumento da atividade elétrica no córtex somatosensorial e visual, durante o aprendizado do tiro prático de pistola. Recomenda-se que estudos futuros analisem os efeitos de um protocolo de treinamento com longa duração sobre as medidas eletrofisiológicas analisadas nesse estudo, podendo inclusive submeter os indivíduos a operações militares continuadas.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem motora, EEGq, Tiro Prático de Pistola.

ABSTRACT

The present study had for objective to verify the alterations in electroencephalographic patterns of normal and skillful subjects, submitted to a training that sought the motor learning of the practical shot of pistol. Recent studies have been showing us that the cerebral cortex, in matter, modifies in several aspects during the learning mechanisms. This way, the duramen of this research was to verify if there would be or not cortical modification, during the suggested practice. For so much, 10 subjects were submitted the a protocol of learning of the practical shot of pistol. The measures of the electrophysiological variable(alpha potency in F3, F4, F7 and F8) they were recorded through the quantitative electroencephalography (qEEG)in three different moments: Line of Base, Motor Learning, and Control of the Learning. The electrophysiological variable were analyzed through an ANOVA one-way with repeated measures in 6 Blocks of interest, for each one of the 5 sections of the I scalp, followed by the test of Scheffé ($p < 0,05$). a decrease was observed in the medium potency of alpha in all the sections of the I scalp analyzed, during the execution of the motive practice, when compared to the blocks of base line and control of the learning. With this, the results suggest that the motive practice reduces the alpha potency in F3, F4, F7 and F8, when the subject executes a complex motor task, happening an increase of the electric activity in the somatosensory and visual cortices, during the practical pistol shooting learning process. It is recommended that future studies analyze the effects of a training protocol with long duration on the measures electrophysiological analyzed in that study, besides could submit the individuals to continuous military operations.

WORD-KEY: Motive task, EEGq, Practical Shot of Pistol, continuous military Operations

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	JUSTIFICATIVA.....	11
1.2	OBJETIVO.....	11
1.3	HIPÓTESES.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	INTEGRAÇÃO SENSÓRIO-MOTORA.....	13
2.2	APRENDIZAGEM MOTORA DO TIRO AO ALVO.....	15
2.3	APRENDIZAGEM MOTORA E TÉCNICAS EM NEUROCIÊNCIAS.....	16
2.4	APRENDIZAGEM MOTORA: ELETROENCEFALOGRAFIA QUANTITATIVA (EEGQ).....	18
2.5	POTÊNCIA DE ALFA DURANTE O DESEMPENHO NO TIRO AO ALVO.....	20
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4	RESULTADOS.....	26
4.1	POTÊNCIA DE ALFA EM F3.....	26
4.2	POTÊNCIA DE ALFA EM F4.....	27
4.3	POTÊNCIA DE ALFA EM F7.....	28
4.4	POTÊNCIA DE ALFA EM F8.....	29
4.5	POTÊNCIA DE ALFA EM FZ.....	30
5	DISCUSSÃO.....	32
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	36
	REFERÊNCIAS.....	38
	APÊNDICE A - CARTA DE AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA.....	46
	APÊNDICE B - INVENTÁRIO DE EDINBURGH.....	47
	APÊNDICE C – METODOLOGIA.....	48

1. INTRODUÇÃO

Um grande aumento na quantidade de informações vem sendo gerado em relação aos mecanismos intrínsecos à aquisição de novos padrões motores. Neste contexto, aprendizagem e memória mostram-se fortemente associadas entre si. A aquisição de novos conhecimentos que trazem como consequência uma modulação do comportamento é peculiar à aprendizagem, enquanto que a retenção desse conhecimento implica em aspectos da memória (MAXWELL, 2003). Assim, ambos os processos compartilham mecanismos neurais similares, que igualmente participam do controle da atenção, integração sensorial e percepção (JUEPTNER et al., 1997).

A memória de procedimentos é resultante do aumento da performance e, proporcionalmente, do incremento da precisão do gesto motor (GUISE et al., 1999). Pode ser entendida como a habilidade motora ou sensorial que normalmente chamamos de “hábito” (IZQUERDO, 2002), tendo relação com os procedimentos motores responsáveis pela aquisição daquele tipo de memória. O aprendizado gradualmente produz diminuição no erro embutido na tarefa, aumento da coordenação e maior agilidade e velocidade na execução do movimento (KARNI et al., 1995). A compreensão de modelos experimentais relacionados ao arquivamento de informações motoras é norteadada pelo fenômeno de acomodações plásticas neurais do sistema nervoso. A combinação entre memória sensorial (estímulos sensoriais), memória de curto prazo (memória de trabalho) e memória de longa duração representada no sistema nervoso através da consolidação e a execução do gesto motor levaria a um novo ordenamento na configuração neural (COHEN et al., 1993).

A representação interna da rede neural produz um incremento na eficácia

sináptica de neurônios em áreas corticais e subcorticais, durante o aprendizado de uma tarefa motora (GANDOLFO et al., 2000). Desta forma, a elaboração de um modelo interno, a partir da aprendizagem motora, sustenta-se na conectividade e organização de uma nova rede neural, cujo ajuste produz um sistema de referência no qual o gesto motor tornar-se mais eficiente com o aumento da experiência (WOLPERT, GHAHRAMANI & FLANAGAN, 2001). Tendo em vista que a aprendizagem da habilidade motora não está dissociada de processos superiores como a atenção, a memória, a estratégia, e a intenção deliberada, a incorporação do gesto motor produz alterações neuronais capazes de serem detectadas com o uso da eletroencefalografia quantitativa (EEGq) (GEVINS, MCEVOY & SMITH, 1999).

Na fase inicial do aprendizado os processos de alta ordem (acima do tálamo), ainda não foram bem desenvolvidos, provocando grande esforço para a execução de uma nova habilidade. Vários aspectos da tarefa são estranhos aos principiantes, pois a nova informação é armazenada na memória de longo prazo (Starkes, Helsen & Jack, 2001). Coordenar as demandas das respostas perceptuomotoras de uma tarefa complexa nos termos da organização temporal e espacial representa um grande desafio aos novatos (STARKES, HELSEN, & JACK, 2001). Gradualmente, o aprendizado produz uma diminuição no erro embutido na tarefa, aumentando a coordenação, agilidade e velocidade na execução do movimento (KARNI et al., 1995; BASTOS, 2003).

Na busca permanente do entendimento de como a aprendizagem provoca modificações corticais, diversos estudos têm relacionado modificações nos mapas corticais em função da prática de habilidades fechadas tais como: o tiro (HATFIELD et al., 1984; HAUFLENER et al., 2000; KERICK, DOUGLASS & HATFIELD, 2004; HILLMAN et al., 2002), arco e flecha (LANDERS et al., 1994; SALAZAR et al., 1990), e golfe (CREWS & LANDERS, 1993). Desta forma, o objetivo do presente estudo foi

investigar mudanças nas medidas eletroencefalográficas de atiradores inexperientes em função da aprendizagem motora de uma tarefa complexa (tiro prático de pistola).

1.1 JUSTIFICATIVA

O conhecimento de que as habilidades motoras melhoram em consequência da prática deliberada prolongada é bem estabelecido, mas os mecanismos subjacentes de como as habilidades melhoram é pouco compreendido. O interesse preliminar da presente pesquisa é a natureza e a extensão das adaptações corticais, e a melhoria da habilidade após uma prática motora, em função de um plano de treinamento de tiro prático de pistola. Desta forma, o presente estudo justifica-se por duas razões: 1) identificar mudanças eletrofisiológicas (EEGq), durante o processo de aprendizagem de uma habilidade motora, em tempo real; e 2) generalização dos resultados tendo em vista a validade ecológica da tarefa e o desenho experimental.

1.2 OBJETIVO

O presente experimento objetiva entender como as populações de neurônios são reorganizadas em função do aprendizado motor, mais especificamente o tiro prático de pistola, para tanto, a atividade elétrica global do escalpo foi investigada. Uma das principais formas de reorganização dos mapas corticais se dá quando indivíduos tentam aprender uma tarefa motora (SCHLAUG, KNORR & SEITZ 1994). Desta forma, alterações no córtex somatosensorial justificariam mecanismos neurais representativos do incremento da aprendizagem. Para tanto, inicialmente, a presente pesquisa estudará a natureza e a extensão das adaptações corticais, e a melhoria da performance motora no tiro prático de pistola, em função de um plano de

treinamento em curto prazo. Neste sentido, a presente investigação tem por objetivo específico analisar alterações em variáveis eletrofisiológicas, particularmente a potência de alfa em F3, F4, F7, F8 e Fz, decorrentes da aprendizagem motora.

1.3 HIPÓTESES

Supondo que os blocos de aprendizagem motora possam exercer um efeito significativo sobre o desempenho dos sujeitos no tiro prático de pistola e/ou influenciarem a variabilidade nas medidas eletrofisiológicas dos sujeitos, foram elaboradas duas hipóteses estatísticas, apresentadas a seguir em suas formas nula (H_0) e alternativa (H_1) respectivamente:

H_0 – Os blocos de aprendizagem motora não exercerão efeito significativo no aumento da potência de alfa;

H_1 – Os blocos de aprendizagem motora exercerão efeito significativo no aumento da potência de alfa;

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para facilitar o entendimento e a contextualização do presente trabalho foi realizada uma revisão inicial dos processos pertinentes a integração sensório motora e da aprendizagem, mais especificamente relacionada ao tiro ao alvo. Bem como uma apresentação sucinta das principais técnicas utilizadas em neurociência para estudo do processo de aprendizagem motora.

2.1 INTEGRANDO INFORMAÇÕES SENSITIVAS-PERCEPTIVAS E MOTORAS

Em tempos remotos, muitos cientistas pensavam que as funções cognitivas, em razão de sua complexidade, requeriam a utilização do cérebro como um todo. Apenas nos últimos 40 anos se obteve suporte convincente de que funções mentais são localizáveis em áreas específicas do cérebro. Mas também se tornou claro que funções mentais complexas requerem integração da informação de várias áreas corticais. O córtex é organizado hierarquicamente e algumas áreas não são nem puramente motoras nem puramente sensórias, mas associativas. As áreas associativas de alta ordem servem para associar entrada de informação sensória à resposta motora (KANDELL, JAMES & THOMAS, 2000).

O sistema sensorial é o responsável por prover ao sistema nervoso informações diferenciadas que são captadas, por múltiplos receptores, do ambiente interno e externo e comparadas a uma referência interna, e este processo é entendido como percepção (SHADMEHR & HOLCOMB, 1997). Dessa forma, a percepção é formada por diversos estímulos sensoriais que convergem em um único mecanismo responsável por identificar a dinâmica e variabilidade do meio (WELCH & WARREN, 1986). A capacidade do sistema nervoso em convergir variadas fontes

de informação é pré-requisito na manutenção do controle motor, pois aumenta a estabilidade do indivíduo durante a ação motora. A convergência sensorial, por sua vez, implica na existência de áreas específicas projetadas para receber diferentes formas de estímulo e transmitir tal informação ao sistema muscular (BOWER, 1974). A fusão de estímulos sensoriais proporciona estabilidade, correção e manutenção do ato motor, e a multiplicidade do sistema sensorial permite que o indivíduo reconheça e discrimine objetos e alvos, bem como identifique as constantes modificações que ocorrem no ambiente (CAAN et al., 1976).

Na fase inicial da aprendizagem motora, múltiplos mecanismos de “feedback” estão envolvidos, pois o aprendizado do gesto motor envolve a integração entre estímulos sensoriais e a retroalimentação da mecânica motora (KANDEL, SCHAWARTZ & JESSEL, apud BASTOS, 2003). O treinamento de determinada tarefa proporciona uma coordenação entre a entrada sensorial e a saída motora, tornando-a mais exata e menos variável (SALMONI, SCHMIDT & WALTER, 1984). A coordenação do movimento envolve um longo processo temporal e é alcançada por meio de progressivos ajustes nos padrões motores, através da computação de erros extraídos da tarefa (VON HOFSTEN & FAZEL-ZANDY, 1984; MCCARTY et al., 2001).

Evidências neuroanômicas recentes demonstram que existem estruturas especializadas em integrar a informação sensorial, contrariando as hipóteses de que funções cognitivas complexas eram realizadas pelo cérebro como um todo. Nos últimos cinquenta anos, diversos laboratórios têm demonstrado que tais funções cognitivas estão localizadas em distintas regiões no córtex (MCGONIGLE et al., 2002). Como exemplo cita-se o fato de que determinadas regiões do córtex são conhecidas pela alta capacidade de integração, não sendo consideradas nem sensoriais nem motoras, mas sim áreas de associação, responsáveis pela

integração dos estímulos sensoriais aos centros motores (ROLAND et al., 1980). Regiões associativas unimodais projetam-se para centros sensoriais multimodais que, por sua vez, conectam-se a outras regiões motoras multimodais. O papel do córtex associativo é receber, integrar, modular e projetar informação em funções cognitivas complexas, sendo essa integração refinada através de ajustes produzidos em função do gesto motor (BASTOS, 2003).

2.2 APRENDIZAGEM MOTORA DO TIRO AO ALVO

As habilidades específicas requisitadas pelo tiro ao alvo refere-se a aprendizagem de um esporte real, que por suas características próprias torna-se agradável e realista, comparativamente com as habilidades motoras laboratoriais (i.e., apertar um botão, representar um traçado, puxar uma alavanca de *joystick*). Em função disto, os participantes possivelmente estarão mais motivados do que se executassem uma tarefa de laboratório que não se assemelhe a uma atividade realista e prática. A maioria das pesquisas que utilizaram o EEG foram conduzidas por meio de testes de habilidades fechadas tais como: o tiro (HATFIELD et al., 1984; HAUFLENER et al., 2000; KERICK, DOUGLASS & HATFIELD, 2004; HILLMAN et al., 2002), arco e flecha (LANDERS et al., 1994; SALAZAR et al., 1990), e golfe (CREWS & LANDERS, 1993). Tarefas como o tiro ao alvo, por diversas razões, apresentam algumas vantagens para o estudo das adaptações neurocognitivas associadas com a aquisição de uma nova habilidade motora.

Inicialmente, o tiro representa uma tarefa percepto-motora complexa, exigindo um nível elevado de atenção focalizada, controle motor fino, e estabilidade postural, características fundamentais para um desempenho hábil (KERICK, DOUGLASS & HATFIELD, 2004; CONTRERAS & KERICK, 2004). Além disto, as medidas objetivas

de desempenho são facilmente obtidas e quantificadas, permitindo a análise das relações entre o processamento e o desempenho cortical. Uma outra vantagem da utilização do tiro consiste no fato de que as gravações de EEG podem ser obtidas ininterruptamente durante o desempenho (em tempo real) em um campo natural que se ajusta perfeitamente às condições exigidas para a captação de sinais de EEG, devido à ausência de artefatos musculares relacionados a movimentos dinâmicos brutos (KERICH, 2001; KERICK, DOUGLASS & HATFIELD, 2004, HILLMAN et al. 2002; CONTRERAS & KERICK, 2004). Por fim, os princípios da adaptação neural à aprendizagem de uma habilidade motora complexa, e que se aplicam ao tiro ao alvo (e.g., a menor ativação, e especificidade cortical), podem ser generalizadas a outras tarefas desportivas (HAUFLER et al., 2000; CONTRERAS & KERICK, 2004).

2.3 APRENDIZAGEM MOTORA E TÉCNICAS EM NEUROCIÊNCIAS

Grande parte das novas e interessantes percepções a respeito do funcionamento cognitivo tem surgido do desenvolvimento, durante as duas últimas décadas de métodos para imageamento funcional da atividade encefálica de humanos vivos (KANDELL, JAMES & THOMAS, 2000). A utilização de técnicas como Emissão de Prótons Tomográficos (PET), ou até mesmo a Ressonância Funcional Magnética (fMRI), abriram novas perspectivas no entendimento dos mecanismos plásticos que ocorrem no córtex em função do aprendizado motor (SCHLAUG et al., 1996; FRISTON, 1992; SCHNITZLER, SEITZ & FREUND, 2000). O imageamento possibilita, portanto o estudo de questões tais como a interação das representações sensoriais para guiar as ações motoras; a organização das funções cognitivas complexas. Tanto o PET quanto a fMRI são sensíveis ao aumento de fluxo sanguíneo que está associado com a atividade neuronal, porém a fMRI

oferece, como vantagem, uma maior resolução temporal e espacial, além de não requerer administração de um material de contraste exógeno na corrente sanguínea (a FMRI utiliza a hemoglobina endógena como marcador) (KANDELL, JAMES & THOMAS, 2000).

Achados com PET exploram a natureza e a extensão da reorganização cortical em resposta à aprendizagem de uma tarefa motora. O aprendizado de um movimento complexo, por exemplo, produz um aumento considerável do fluxo sanguíneo cortical no cerebelo. Tal fluxo, proporcionalmente, é maior com o incremento da eficácia do gesto (JENKINS et al., 1994). Outros resultados com PET ainda revelam que a complexidade da tarefa determina os padrões de atividade funcional observados com a técnica (JENKINS et al., 1997). Experimentos com PET demonstram que a reorganização cortical é percebida também em tarefas não motoras. Raichle et al. (1994), por meio de um paradigma de seleção de respostas verbais, demonstrou que áreas pré-ativas do cérebro (córtex cingulado anterior, córtex pré-frontal/posterior esquerdo e hemisfério cerebelar direito) apresentam menor atividade a partir da execução constante da tarefa, alteração percebida em 15 minutos de treinamento da tarefa. Os autores sugerem que o maior ou menor envolvimento cortical está relacionado ao grau com que a tarefa foi automatizada ou não.

Experimentos realizados utilizando a ressonância funcional sustentam a hipótese sobre mudanças plásticas no córtex em função da prática motora (SCHLAUG et al., 1996; KARNI et al., 1995). Estudos realizados para verificar as áreas cerebrais normalmente ativadas por julgamentos morais foram hemodinamicamente modeladas para a análise de FMRI relacionadas a eventos e comprovaram o papel crítico aos pólos frontais e ao córtex temporal anterior direito na regulação do comportamento social (MOLI, ESLINGER & OLIVEIRA-SOUZA,

2001). Estudos realizados demonstram que a repetição de um movimento conhecido durante uma ou múltiplas sessões de treino modificam a atividade sanguínea local no córtex motor. Experimentos com uma única sessão demonstram que a experiência motora prévia resultará na diminuição do tamanho da representação cortical associado ao mesmo movimento. Tal achado é independente de uma prática freqüente por parte do indivíduo, ou seja, dá-se simplesmente pela experiência do gesto (KARNI et al., 1995). Resultados demonstram que a representação do gesto motor no córtex é alcançada em seis horas após o término da prática, mesmo sem profundas alterações no desempenho do mesmo (KERICH, 2001).

2.4 APRENDIZAGEM MOTORA: ELETROENCEFALOGRAFIA QUANTITATIVA

A eletroencefalografia tem seu princípio de funcionamento baseado, resumidamente, na captação da diferença de potencial elétrico entre dois eletrôdos no tempo (NIEDERMEYER & SILVA, 1999). Os eletrôdos são colocados em regiões pré-determinadas no escalpo, dependendo do sistema de captação empregado (REILLY, 1999). A disposição ou arranjo dos eletrôdos no escalpo determina a exata natureza das diferenças gravadas. Na montagem bipolar, por exemplo, os eletrôdos são conectados em pares. Esta forma de arranjo não é muito comum em laboratórios ou situações experimentais, sendo mais utilizada na prática neurológica para efeito de diagnóstico. Por outro lado, a montagem com a utilização de uma referência fixa é bastante empregada em experimentos. Todos os eletrôdos têm uma referência comum, na qual o sinal adquirido de um eletrôdo é a diferença de potencial elétrico entre este eletrôdo e outro de referência, em um particular momento no tempo (MYSLOBODSKY et al., 1990).

A função do cérebro registrada pelo EEG é, principalmente, relacionada ao

potencial pós-sináptico excitatório e inibitório gerado nos dendritos apicais das células piramidais corticais (MINUCCI et al., 2004). Portanto, neurônios e glias são os substratos essenciais do sistema nervoso responsáveis pelos sinais elétricos oriundos do córtex cerebral. As células gliais têm como função primária isolar a bainha de mielina e nutrir os neurônios que, em contrapartida, com suas funções preestabelecidas, funcionam como “maestros” das funções cognitivas e motoras (KANDEL, SCHWARTZ, & JESSEL, 2000). Basicamente, os sinais captados do escalpo referem-se aos potenciais pós-sinápticos, inibitórios e excitatórios (ELGER et al., 1981). Em tese, os sinais elétricos captados pelo EEG podem ser gerados em diversas áreas do córtex. Tais sinais são alterados em função de múltiplos parâmetros, fato denominado volume de condução que, desta forma, relacionam-se à transmissão da corrente elétrica entre componentes e estruturas do córtex até atingir a superfície do escalpo (NUNEZ, 1995).

Os sinais eletroencefalográficos provêm apenas uma limitada informação de uma posição predeterminada no escalpo. Boa parte deste sinal é perdida em função de tecidos cerebrais e do próprio escalpo. Em decorrência, o EEG é considerado como tendo uma alta resolução temporal e, em contrapartida, uma pobre resolução espacial (LAWTON et al., 1998), esta última associada, em parte, ao número de eletrôdos colocados no escalpo. Um dos meios utilizados para aumentar a resolução espacial do EEG é ampliando o número de eletrôdos no escalpo, permitindo a obtenção de uma “visualização” mais definida entre eletrôdos. A alta resolução temporal ocorre em função de o EEG prover informações, ou amostras, em milésimos de segundos. Essa resolução é proporcional à eficiência do conversor analógico-digital acoplado ao sistema, qual seja uma taxa de amostragem entre 1-5 milissegundos (GEVINS, MCEVOY & SMITH, 1999). Portanto, a Eletroencefalografia Quantitativa (EEGq) tem sido utilizada por diversos pesquisadores no intuito de

esclarecer os macroprocessos relacionados à aprendizagem motora. Uma das características fundamentais durante a aquisição de uma habilidade motora é a transição entre processos controlados e automáticos. Esse processo pode ser observado em ambas as fases do aprendizado. Durante as etapas controladas, o sistema nervoso é menos eficiente e uma lentidão generalizada é percebida no gesto motor. Ao contrário, no automatismo o sistema nervoso mostra-se bem mais eficiente e ágil na execução do gesto. Ações automatizadas reduzem a alocação de “foco” ou “atenção” durante a execução da tarefa, propiciando ao executante dedicar parte da memória de trabalho a uma outra atividade concorrente durante o gesto motor (WULF & PRINZ, 2001). Gevins, McEvoy & Smith (1999), investigando o aprendizado de uma tarefa visuo-motora através de um jogo que simulava uma “batalha no espaço”, demonstraram alterações significativas nas características do EEGq. A melhora no desempenho motor foi percebida através da melhor manipulação do câmbio (“joystick”), usado no controle do jogo, e do aumento do score total do jogo por partida.

2.5 POTÊNCIA DE ALFA DURANTE O DESEMPENHO NO TIRO AO ALVO

O tempo que precede cada disparo (4 – 24s) é considerado o período preparatório na competição de tiro ao alvo, onde o atirador deve focalizar sua atenção no alvo e tentar minimizar todo e qualquer movimento estranho, em um esforço ininterrupto de melhorar a estabilidade corporal durante a pontaria (KERICK et al., 2001; HILLMAN et al., 2000). Durante este período preparatório, o sujeito deve manter um foco adaptável de atenção, tendo em vista que, mesmo os menores rompimentos em processos de atenção podem conduzir à variações dramáticas no desempenho (HILLMAN et al., 2000; LANDERS, 1980; DRUCKMAN & BJORK,

1991). Neste sentido, a manutenção de processos de atenção durante o disparo é imprescindível para um bom resultado no tiro ao alvo. Hillman et al. (2000) analisaram a potência nas bandas alfa e beta dos espectros de EEGq de atiradores de elite norte-americanos durante os períodos preparatórios de tiros executados e rejeitados (isto é, que seguiram todo o procedimento de tiro, mas não foram executados).

Os resultados relataram um aumento na potência de alfa para tiros rejeitados, comparado com os tiros executados, através de ambos os hemisférios cerebrais. Além disso, a diferença na potência de alfa entre quatro blocos de dez disparos, mostrou um aumento durante os segundo e terceiro blocos, comparados com os observados nos primeiro e quarto. Adicionalmente, o valor do tipo experimental (rejeitados X executados) para as diferenças na potência de beta aumentou através de todos os blocos. Estes achados se opuseram à hipótese *a priori* dos autores a respeito de que um aumento na potência de alfa seria evidente no hemisfério esquerdo antes dos tiros executados com sucesso, quando comparada com os tiros rejeitados. Entretanto, Salazar et al. (1990) relataram aumentos moderados na potência de alfa relacionados a um melhor desempenho na tarefa, e que um aumento muito maior resultou em um pior desempenho em arqueiros de elite. Conseqüentemente, a potência observada de alfa antes dos tiros rejeitados no estudo de Hillman et al. (2000) pode ter sido excessiva. O aumento observado na potência de alfa para os tiros rejeitados comparado com os tiros executados é consistente com achados precedentes (EARLE, 1988; SALAZAR et al., 1990; LANDERS et al., 1994).

Especificamente, Salazar et al. (1990) comparou a atividade de EEG no hemisfério esquerdo entre os melhores e os piores tiros de arqueiros de elite, e encontrou um aumento nas potências de alfa e de beta durante os piores tiros.

Adicionalmente, Landers et al. (1994) evidenciaram que os piores tiros estavam associados ao aumento na potência de alfa no hemisfério esquerdo (8 – 12 hertz), comparado com os melhores tiros de atiradores inexperientes. Earle (1988) mostrou que os participantes que exibiam um aumento na amplitude de alfa nos hemisférios esquerdo e direito durante o aumento da dificuldade de uma tarefa visuo-espacial também experimentaram confusão. Estes achados são consistentes com o aumento na potência espectral observado para tiros rejeitados comparado com as experimentações executadas através de ambos os hemisférios do estudo de Hillman et al. (2000). Além disso, os achados para a potência de beta eram similares aos observados para a potência de alfa em todos os aspectos. Estes achados fazem uma oposição direta às interpretações clássicas da ativação espectral de EEG, que prediriam que os aumentos na potência de alfa estariam acompanhados por diminuições na potência de beta, e vice-versa (ADRIAN & MATTHEWS, 1934).

Entretanto, Nunez (1995) fornece uma explicação alternativa para a base neural de EEG que harmoniza esta contradição aparente. Nunez (1995) vê alfa e beta como frequências mais baixas relativas ao espectro inteiro de EEG, visto que a atividade de alta frequência seria caracterizada pela atividade gama (40 Hz), como identificado por Sheer (1989). Os aumentos das potências de alfa e de beta observados durante os tiros rejeitados podem envolver um aumento na comunicação intracortical e um maior esforço de processamento. Isto é, uma maior atividade neural pode estar envolvida com a rejeição, comparada com a execução do tiro (HILLMAN et al., 2000). Alternativamente, Pfurtscheller et al. (1996) ampliaram a noção de que o aumento da potência de alfa, ou a sua sincronização, é indicativo de uma desaceleração cortical, ou um estado de desengajamento de uma região cortical, durante a elaboração de uma resposta.

Devido à natureza complexa da tarefa, diversos processos devem ser

utilizados para executar um tiro com sucesso. A gerência destes processos (isto é atenção, controle motor, estabilidade postural, etc...) pode ser diferentemente organizada por freqüências espectrais de EEG. Por o exemplo, Ray & Cole (1985) forneceram a evidência de que a atividade alfa de EEG está associada primeiramente com as demandas específicas da atenção, enquanto a atividade beta está relacionada mais aos processos cognitivos. Especificamente, Ray & Cole (1985) encontraram a evidência para a noção de que a potência de alfa está relacionada à dimensão de entrada/rejeição do processamento da atenção e elaborações internas ao rejeitar ou ao excluir a entrada ambiental. O sujeito pode ter subscrito a um estilo impróprio de atenção no que diz respeito às demandas da tarefa. Os achados de Hillman et al. (2000), de aumento na potência beta durante os tiros rejeitados pode também ser consistente com a excessiva elaboração cognitiva durante o período preparatório, conforme sugerido por Ray & Cole (1985). Além disso, Landers et al. (1994) mostraram que os arqueiros inexperientes aumentaram a potência de alfa no hemisfério esquerdo durante 14 semanas treinamento da habilidade, observando um aumento na assimetria cerebral no pós-teste, comparado ao pré-teste.

Os participantes hábeis no estudo de Hillman et al. (2000) podiam manter uma relativa dominância de atividade no hemisfério direito (isto é, um aumento na potência de alfa no hemisfério esquerdo) antes dos tiros executados e rejeitados. A similaridade na dominância hemisférica em ambas as circunstâncias pode ser devida ao fato de que os disparos executados e rejeitados envolvem processos visuo-espaciais. Coletivamente, os estudos aqui revisados indicam que as mudanças cognitivas associadas com o desempenho hábil foram acompanhadas por aumentos na assimetria hemisférica de alfa. Isto sugere que certo grau de especialização ocorreu no cérebro, bem como um estado de aumento na eficiência

processual (interpretado pela menor ativação cortical, ou aumento na potência de alfa). O aumento da potência de alfa no hemisfério esquerdo, durante o período preparatório de desempenho hábil, e a noção de que o hemisfério esquerdo está associado à ativação verbal, indicam a redução do processamento verbal e, possivelmente, o aumento relativo dos processos visuo-espaciais localizados relativamente no hemisfério direito (LAWTON et al., 1998). Estes achados podem ser interpretados como um aumento na eficiência da atividade cerebral, enquanto os recursos subjacentes apropriados à realização de um estado de atenção focalizada são alocados (HILLMAN et al., 2000).

3 METODOLOGIA

Na metodologia só será apresentada a seção de estatística, em função das demais seções secundárias terem sido apresentadas em outra dissertação do mesmo grupo (**nome do Amaral, 2000 e tal**).

3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis comportamentais foram estudadas utilizando uma análise univariada através do teste ANOVA por medidas repetidas, verificando-se o efeito principal Blocos de Aprendizagem (B1, B2, B3 e B4) sobre a variável dependente (desempenho no tiro prático de pistola), seguido do teste de Scheffé.

As medidas eletrofisiológicas (potência de alfa em F3, F4, F7, F8 e Fz) foram transformadas em variáveis logarítmicas de base 10 com a finalidade de propiciar uma normalização das distribuições de frequência que possibilitassem a utilização de testes paramétricos para a análise inferencial. Os resultados foram analisados por meio de análises univariadas utilizando-se o teste ANOVA one-way com medidas repetidas (6 blocos de exames LB1, B1, B2, B3, B4, e CA), verificando-se o efeito principal Blocos de Aprendizagem (B1, B2, B3 e B4) sobre a variável dependente (potência de alfa) nas cinco regiões corticais de interesse, seguido do teste de Scheffé. O nível de significância adotado *a priori* para toda a pesquisa foi $\alpha \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

A presente seção tem por finalidade apresentar uma análise inferencial dos resultados de forma a identificar em que medida os blocos de aprendizagem motora (B1, B2, B3, B4) influenciaram a variabilidade da potência de alfa em F3, F4, F7, F8 e Fz. As medidas comportamentais obtidas foram apresentadas no artigo “Medidas eletrofisiológicas durante o aprendizado motor do tiro prático de pistola” (DOMINGUES, 2007, no prelo).

4.1. POTÊNCIA DE ALFA EM F3

A análise de variância revelou que a variabilidade da potência de alfa em F3 pode ser justificada pelo efeito principal Blocos ($F_{(5,600)} = 9,741$; $p = 0,000$). As medidas descritivas da potência de alfa em F3, média e erro padrão estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Potência de alfa F3 ($\log\mu V^2$)

BLOCOS	\bar{X}	<i>EP</i>
LB1	0,964	0,019
B1	0,806	0,023
B2	0,809	0,025
B3	0,827	0,026
B4	0,889	0,025
CA	0,951	0,019

Fonte: o autor

Os resultados (Teste de Scheffé) revelaram uma diminuição significativa na potência de alfa em F3, durante os blocos de aprendizagem motora (B1, B2, B3, e B4), quando comparadas aos blocos de controle (LB1 e CA) ($p < 0,05$), que levaram à rejeição de H_0 . As médias e erros padrões dos grupos de teste em função dos blocos de interesse estão plotados no Gráfico 1.

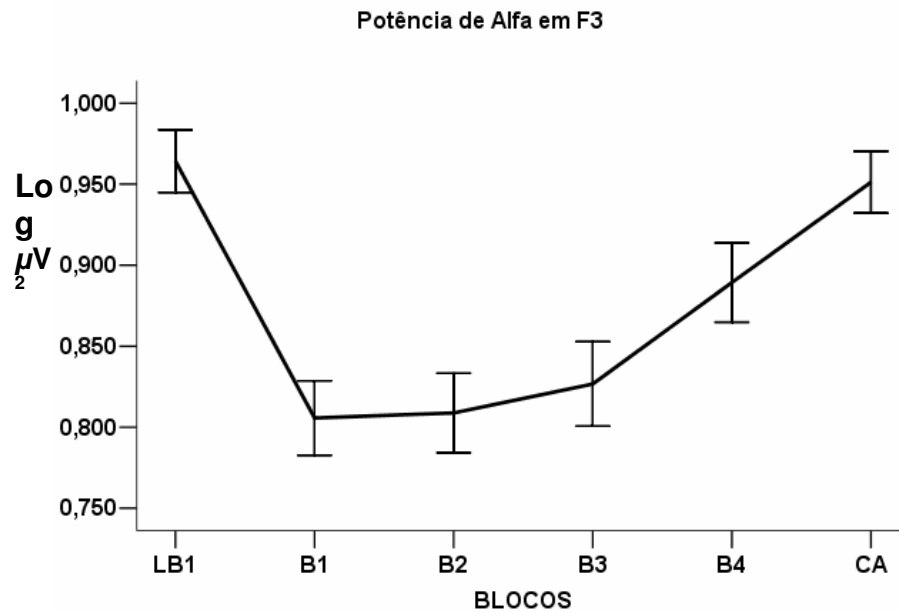


Gráfico 1 – Médias e erros padrões da potência de alfa em F3 dos grupos.

4.2 POTÊNCIA DE ALFA EM F4

A análise de variância revelou que a variabilidade da potência de alfa em F4 pode ser justificada pelo efeito principal Blocos ($F_{(5,600)} = 19,544$; $p = 0,000$). As medidas descritivas da potência de alfa em F4, média e erro padrão estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Potência de alfa F4 ($\log \mu V^2$)

BLOCOS	\bar{X}	EP
LB1	0,976	0,0211
B1	0,855	0,0263
B2	0,832	0,0261
B3	0,839	0,0257
B4	0,886	0,0234
CA	1,095	0,0156

Fonte: o autor

Os resultados (Teste de Scheffé) revelaram uma diminuição significativa na potência de alfa em F4, durante os blocos de aprendizagem motora (B1, B2, B3, e B4), quando comparadas aos blocos de controle (LB1 e CA) ($p < 0,05$). A maior potência de alfa no CA, quando comparado a LB1, pode ser uma representação de que houve consolidação da aprendizagem. No entanto, não foi possível rejeitar H_0 ,

tendo em vista que $B4 = LB1 < CA$. As médias e erros padrões dos grupos de teste em função dos blocos de interesse estão plotados no Gráfico 2.

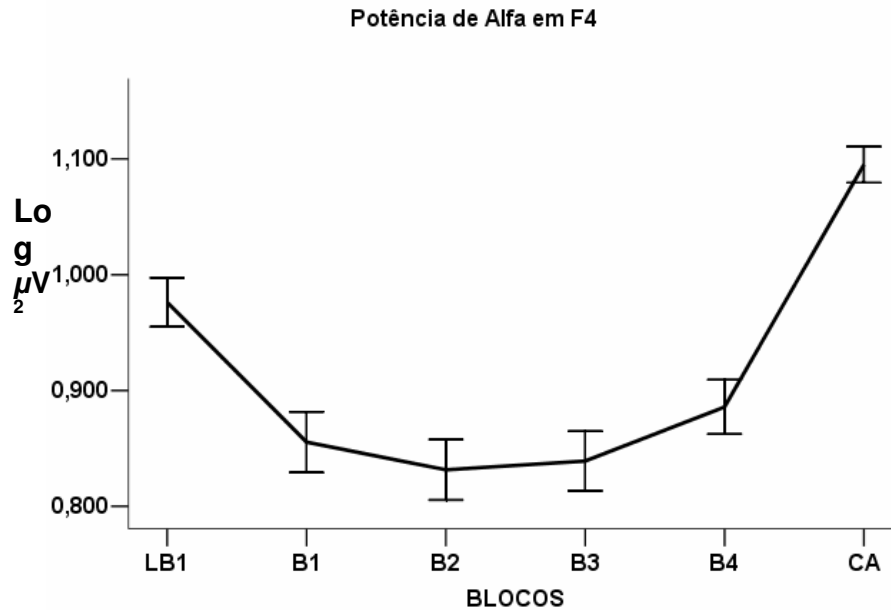


Gráfico 4 – Médias e erros padrões da potência de alfa em F4 dos grupos.

4.3 POTÊNCIA DE ALFA EM F7

A análise de variância revelou que a variabilidade da potência de alfa em F7 pode ser explicada pelo efeito principal Blocos ($F_{(5,600)} = 17,179$; $p = 0,000$). As medidas descritivas da potência de alfa em F7, média e erro padrão estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Potência de alfa F7 (logμV²)

BLOCOS	\bar{X}	EP
LB1	0,813	0,024
B1	0,653	0,026
B2	0,628	0,031
B3	0,697	0,028
B4	0,685	0,027
CA	0,756	0,023

Fonte: o autor

Os resultados (Teste de Scheffé) revelaram uma diminuição significativa na potência de alfa em F7, durante os blocos de aprendizagem motora (B1, B2, B3, e B4), quando comparadas ao bloco de controle (LB1) ($p < 0,05$), que levou à rejeição

de H_0 . No entanto a potência de alfa no CA não foi diferente de B1, B3 e B4. CA também não foi diferente de LB1. As médias e erros padrões dos grupos de teste em função dos blocos de interesse estão plotados no Gráfico 3.

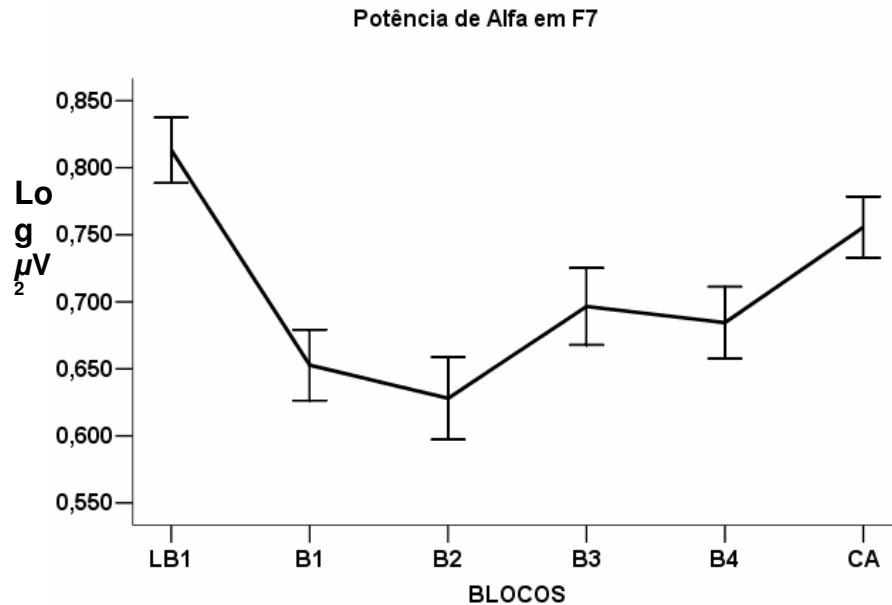


Gráfico 3 – Médias e erros padrões da potência de alfa em F7 dos grupos.

4. 4 POTÊNCIA DE ALFA EM F8

A análise de variância revelou que a variabilidade da potência de alfa em F8 pode ser justificada pelo efeito principal Blocos ($F_{(5,600)} = 8,540$; $p = 0,000$). As medidas descritivas da potência de alfa em F8, média e erro padrão estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Potência de alfa F8 (log μV^2)

BLOCOS	\bar{X}	EP
LB1	0,861	0,022
B1	0,688	0,021
B2	0,744	0,023
B3	0,766	0,026
B4	0,798	0,021
CA	0,844	0,016

Fonte: o autor

Os resultados (Teste de Scheffé) revelaram uma diminuição significativa na potência de alfa em F8, durante os blocos de aprendizagem motora (B1, B2, B3, e

B4), quando comparadas ao bloco de controle (LB1) ($p < 0,05$), que levou à rejeição de H_0 . No entanto a potência de alfa no CA não foi diferente de B2, B3 e B4. CA também não foi diferente de LB1. As médias e erros padrões dos grupos de teste em função dos blocos de interesse estão plotados no Gráfico 4.

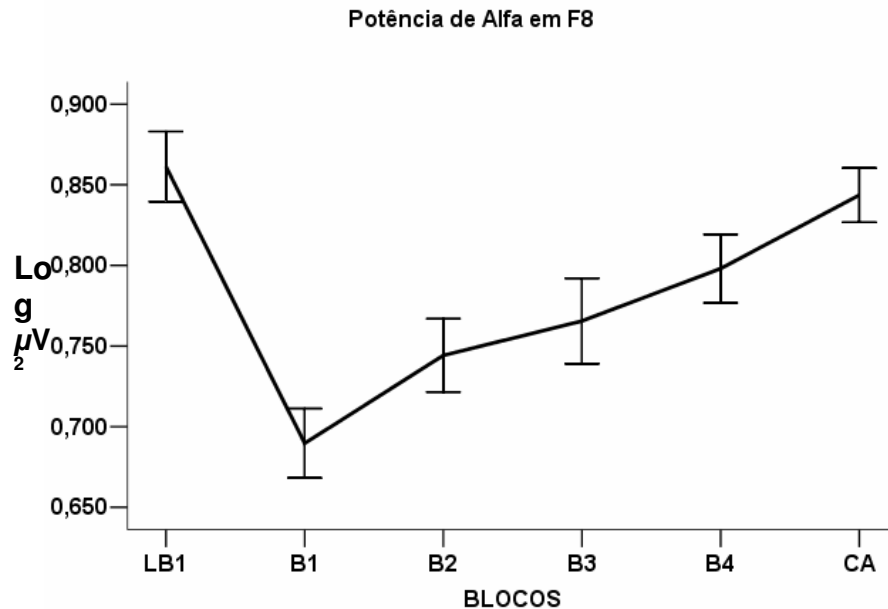


Gráfico 4 – Médias e erros padrões da potência de alfa em F8 dos grupos.

4.5 POTÊNCIA DE ALFA EM Fz

A análise de variância revelou que a variabilidade da potência de alfa em Fz pode ser justificada pelo efeito principal Blocos ($F_{(5,600)} = 17,119$; $p = 0,000$). As medidas descritivas da potência de alfa em Fz, média e erro padrão estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Potência de alfa Fz (log μV²)

BLOCOS	\bar{X}	EP
LB1	1,050	0,018
B1	0,907	0,024
B2	0,862	0,027
B3	0,894	0,025
B4	0,908	0,023
CA	1,092	0,019

Fonte: o autor

Os resultados (Teste de Scheffé) revelaram uma diminuição significativa na

potência de alfa em Fz, durante os blocos de aprendizagem motora (B1, B2, B3, e B4), quando comparadas aos blocos de controle (LB1 e CA) ($p < 0,05$), que levaram à rejeição de H_0 . As médias e erros padrões dos grupos de teste em função dos blocos de interesse estão plotados no Gráfico 5.

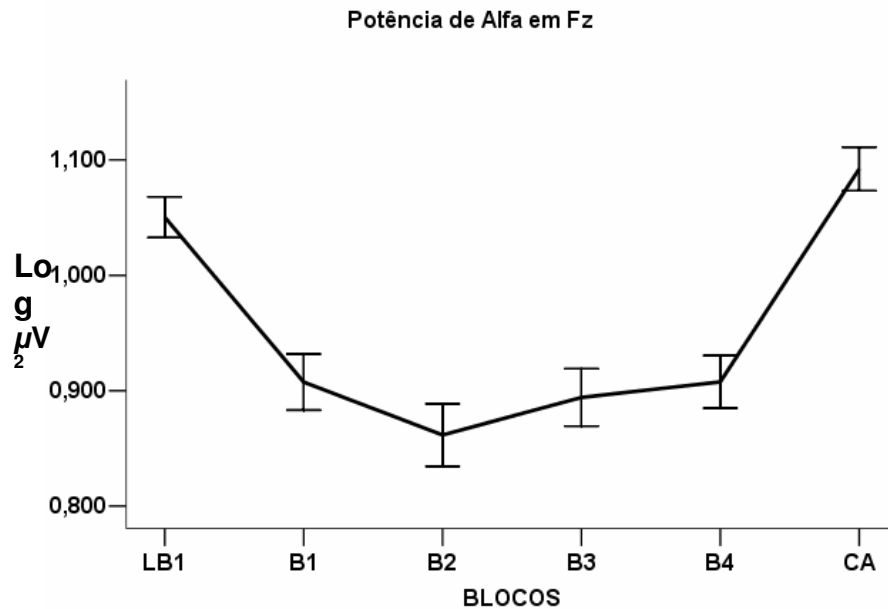


Gráfico 5 – Médias e erros padrões da potência de alfa em Fz dos grupos.

5. DISCUSSÃO

O objetivo da presente seção é discutir as evidências eletrofisiológicas produzidas. Nas variáveis eletrofisiológicas foram consideradas a banda alfa e os seguintes eletrodos: F3, F4, F7, F8 e Fz. A atividade alfa foi escolhida em função de sua associação com os processos cognitivos da aprendizagem. Neste contexto, os resultados serão discutidos em função do efeito principal Blocos. Verificaram-se diferenças significativas entre os blocos de interesse (LB1, B1, B2, B3, B4 e CA), capazes de produzir evidências que relacionam a variabilidade na potência de alfa com os processos cognitivos de aprendizagem do tiro prático de pistola.

Os principais estudos revisados indicam que a aprendizagem motora provoca uma mudança na ativação cortical na área pré-motora e motora do cérebro, ou seja, existe um aumento da atividade alfa (lenta e rítmica entre 8-12 Hz) nessas áreas, indicando que o gesto foi automatizado. Desta forma, a aprendizagem está relacionada a um menor esforço e maior eficiência neural, principalmente, na área pré-motora, pois esta é responsável pelo planejamento motor. O desenvolvimento de “nós de memória” no domínio específico facilita a transição do planejamento à ação, com maior exatidão e menor esforço (HOUK, 1991). As evidências existentes sugerem que os conjuntos de neurônios das regiões corticais diminuirão a ativação em consequência da prática (HAUFLER et al., 2000; LANDERS et al., 1994; PFURTSCHELLER, 1992; GEVINS, MCEVOY & SMITH, 1999). Para regiões específicas do córtex, que são envolvidas diretamente na preparação e na execução do movimento hábil, a ativação ocorre somente à extensão requerida pela tarefa. A diferenciação de processamentos entre tarefas relevantes e irrelevantes é provavelmente facilitada pelo acúmulo e armazenamento da informação processual na memória em longo prazo (KLIMESCH, 1999) e a automatização é um resultado

da realização de menores variantes dos estímulos relacionados às respostas, e uma redução da memória processual exigida (SCHNEIDER & SHIFFREN, 1977).

Quando comparados LB1 e os blocos de aprendizagem (B1, B2, B3 e B4), a diminuição nos níveis da potência de alfa sustenta a hipótese preliminar de que a potência de alfa diminuiria com o decorrer da aprendizagem motora. Em uma comparação entre atiradores peritos e inexperientes, pesquisadores observaram que as melhores séries dos atiradores hábeis estão associadas com níveis menores da potência de alfa, o que indica um ponto da atividade ótima, e a possibilidade de um relacionamento inverso entre a potência de alfa e o desempenho hábil (KERICK et al., 2001; HILLMAN et al., 2000; SALAZAR et al., 1990). Portanto, as evidências existentes sugerem que a sincronização da potência de alfa tem um papel significativo e adaptável na organização de processos visuo-espaciais e motores durante o tiro ao alvo. Os achados da presente pesquisa podem ser explicados pelo fato de que o desenho experimental foi realizado com sujeitos inexperientes em uma única seção de aprendizado motor. A atividade alfa pode ser considerada um indício de aprendizado, uma vez que ela foi relacionada com atenção focalizada e com o desenvolvimento de estratégias cognitivas e visuomotoras eficientes. Haufler et al., (2000) realizaram um estudo no qual compararam a atividade do cérebro de atiradores novatos com o de profissionais durante a execução de uma prova de tiro (40 tiros), de uma tarefa de reconhecimento de palavras e de uma tarefa espacial. Constataram que a atividade eletroencefalográfica, durante o tiro era significativamente menor (maior atividade alfa) nos profissionais do que nos novatos. Ao demonstrarem pior performance, os novatos também apresentaram maior esforço mental e menor sincronia neural, especificamente nos lobos frontais, parietais e temporais. Outra diferença funcional no cérebro, decorrente da aprendizagem, é a transferência da atividade neural.

Sakai et al. (2004) realizaram uma revisão sobre os estudos de ritmos internos da aprendizagem de habilidades motoras complexas com diferentes instrumentos de mensuração da atividade cerebral. Os estudos com PET indicaram que o movimento é aprendido em segmentos, sendo que a aprendizagem resulta na automatização de segmentos cada vez maiores. O córtex pré-frontal é responsável por selecionar os segmentos, colocando um após o outro. Portanto, quanto maior o tamanho do segmento, menor a demanda cognitiva. Essa sincronia neural resultante da aprendizagem seria a responsável pelo surgimento do ritmo neural. Quanto maior a aprendizagem, menor a demanda cognitiva, pois cada segmento é maior, conseqüentemente maior o ritmo neural (pode ser associado à atividade alfa). Os estudos de Smith et al., (1999); Hatfield et al., (2004); e Haufler et al., (2000) demonstraram que quanto maior a atividade alfa, maior a sincronia neural, menor o esforço mental e, conseqüentemente, melhor o desempenho. A atividade alfa é importante nas pesquisas em aprendizagem motora porque pode indicar se houve ou não aprendizado. Também foi encontrado que a atividade alfa aparece especificamente para a habilidade aprendida, pois o estudo de Haufler et al., (2000) demonstrou que profissionais e novatos não apresentaram diferença na atividade cortical durante a realização de tarefas com as quais não estavam familiarizados.

Outro aspecto importante da pesquisa que cabe destacar é o fato de que todos os sujeitos envolvidos no estudo eram inexperientes. Tal fato conduz a certas peculiaridades na análise dos resultados. Os atiradores mais experientes revelam menor dificuldade na manutenção da pressão estável do gatilho, enquanto mantêm o alinhamento da arma com o alvo (KONTTINEN et al., 1999) e, conseqüentemente, podem melhor discriminar as características visuais específicas do alvo durante a pontaria (JANELLE et al., 2000), isto não ocorre com os atiradores inexperientes, fato que justificam os resultados encontrados no presente estudo. Por exemplo,

Konttinen et al., (1999), demonstraram que atiradores mais hábeis de rifle geram menores velocidades de balanço postural e são capazes de fixar a atenção no alvo por maiores períodos sem piscar (JANELLE et al., 2000) em relação aos atiradores inexperientes, durante os momentos que precedem o acionamento do gatilho.

Finalmente, todo o aprendizado motor, resulta em mudanças na atividade neural em diferentes regiões do cérebro, principalmente nas áreas anteriores relativas à programação do movimento (FATTAPOSTA et al., 1996). Estudos como os de Harris e Harris, Starkes e Wrisberg, citados por Haufler et. al., (2000), sugeriram que o estilo de processamento de informação no cérebro (especialmente nos lobos frontais e temporais) de um atleta profissional apresenta maior eficiência, efetividade e menos esforço mental, quando comparado ao de novatos. O planejamento e o aprendizado de uma habilidade motora provocam mudanças na atividade do cérebro, principalmente na sincronização dos impulsos neurais. A onda alfa, que é inversamente proporcional à ativação, está associada com uma maior sincronia e menor esforço neural, conseqüentemente, relacionada com melhor desempenho motor (HATFIELD et al., 2004).

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O presente estudo foi desenvolvido de forma a suprir a necessidade de se ter estudos conduzidos utilizando métodos de medidas repetidas para examinar a aprendizagem de habilidades motoras, em função da prática orientada, onde a tarefa era realizada em ambiente natural. A pesquisa analisou as adaptações corticais, particularmente as frontais, associadas à aprendizagem motora do tiro prático de pistola. O significado prático desta pesquisa é que se pode melhorar potencialmente a compreensão das bases subjacentes da aquisição da habilidade de tarefas reais em ambientes reais, a qual pode conduzir às implicações valiosas para uma instrução humana do desempenho e da aprendizagem motora, contribuindo com as pesquisas relacionadas à aprendizagem motora e seus efeitos sobre a reorganização dos mapas corticais.

Outra evidência produzida é a possibilidade de melhora no desempenho do tiro de sujeitos inexperientes com um reduzido tempo de prática motora, na medida em que a aprendizagem da tarefa é executada em um ambiente natural que tenha um significado prático e real para os indivíduos. Diante do exposto, o protocolo de ensino aplicado aos recrutas da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército poderia ser utilizado pelas Forças Armadas com o intuito de ensinar aos recrutas as habilidades básicas de tiro ao alvo, quando o tempo de instrução for reduzido.

Por fim, foram apresentadas evidências de que a aprendizagem motora de uma tarefa complexa influencia a variabilidade das medidas eletrofisiológicas, particularmente a potência de alfa em F3, F4, F7, F8 e Fz. Todas as regiões corticais analisadas apresentaram uma diminuição da potência de alfa, durante a execução dos blocos de aprendizado, corroborando os resultados das pesquisas revisadas de que esta medida eletrofisiológica é inversamente proporcional ao esforço cognitivo

exigido pela tarefa.

Concluindo, o modelo experimental empregado evidencia a aprendizagem motora efetiva segundo as variáveis analisadas. Consequentemente, sugere-se que seja feito um acompanhamento em longo prazo do processo de aprendizagem, retificando as alterações produzidas por um possível efeito cumulativo do conhecimento da tarefa. Sugere-se por fim, que outros trabalhos sejam realizados para investigar as bandas beta e teta por estarem relacionadas respectivamente aos processos motores e de atenção.

REFERÊNCIAS

ADRIAN, E. D. & MATTHEWS, B.H.C. **Berger rhythm: potential changes from the occipital lobes of man.** Brain. n. 57, 1934, p. 355–385.

BASTOS, V. H. V.; Veiga, H; Cunha, M; Guimarães, M. A.; Piedade, R.& Ribeiro, P. **Assimetria inter-hemisférica em função da aprendizagem de uma tarefa de datilografia.** Fisioterapia. n. 4(6), 2003, p. 426-431.

BASTOS, V. H. V. **Alterações na performance motora e corticais cerebrais produzidas por meio da prática de datilografia.** Dissertação de Mestrado. Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro, 2003.

BARTLETT, F. C. **The measurement of human skill.** Occupational Psychology, n. 22, 1948, p. 31-38.

BOWER, T. **The evolution of sensory systems.** Em: MACLEOD, R. G. H. L. & PICK, Jr. Perception: essays in honor of James J. Gibson. Ithaca: Cornell University Press, 1974.

BROADBENT, D. E. **Perception and communication.** Oxford: Permagon, 1958.

CAAN, W. et. al. **Interaction of visual and auditory inputs to cerebellar Purkinje cells in cat posterior vermis.** J Physiology. n. 6, v. 1, 1976, p. 20-21.

CHABOT, R.; ORGILL, A.; CRAWFORD, G.; HARRIS M. & SERFONTEIN, G. **Behavioural and electrophysiologic predictors of treatment response to stimulants in children with attention disorders.** J Child Neurol. n. 14, 1999, p. 343–351.

CHABOT, R. & SERFONTEIN, G. **Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder.** Biol Psychiatry. n. 40, 1996, p. 951–963.

CHABOT, R.; MERKIN, H.; WOOD, L.; DAVENPORT T. & SERFONTEIN G. **Sensitivity and specificity of QEEG in children with attention deficit or specific developmental learning disorders.** Clin Electroencephalogr. n. 27, 1996, p. 26–34.

CLARKE, A. R.; BARRY, R.J.; MCCARTHY, R. & SELIKOWITZ M. **EEG analysis in attention-deficit/hyperactivity disorder: a comparative study of two subtypes.** Psychiatry Res. n. 81, 1998, p. 19–29.

_____. **Age and sex effects in the EEG: differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder.** Clin Neurophysiol. n. 112, 2001a, p. 815–826.

_____. **EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder.** Clin Neurophysiol. n. 112, 2001b, p. 2098–2105.

_____. **EEG differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder.** Psychophysiology. n. 38, 2001c, p. 212–221.

_____. **Excess beta in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: an atypical electrophysiological group.** *Psychiatry Res.* n. 103, 2001d, p. 205–218.

_____. **EEG differences between good and poor responders to methylphenidate and dexamphetamine in children with attention-deficit/hyperactivity disorder.** *Clin Neurophysiol.* n. 113, 2002a, p. 194–205

CLARKE, A. R.; BARRY, R.J.; MCCARTHY, R.; SELIKOWITZ M. & CROFT, R. J. **EEG differences between good and poor responders to methylphenidate in boys with the inattentive type of attention-deficit/hyperactivity disorder.** *Clin Neurophysiol.* n. 113, 2002b, p. 1191–1198.

CLARKE, A. R.; BARRY, R.J.; MCCARTHY, R. & SELIKOWITZ M. D.C. **Effects of stimulant medications on children with attention-deficit/hyperactivity disorder and excessive beta activity in their EEG.** *Clin Neurophysiol.* n. 114, 2003, p. 1729–1737.

COHEN, H. **Neurociências para fisioterapeutas.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.

COHEN, R. A. **The neuropsychology of attention.** New York: Plenum Press, 1993.

COHEN, L et al. **Plasticity of cortical motor output organization following deafferentation, cerebral lesions, and skill acquisition.** *Adv. Neurology.* n. 63, 1993, p. 187-200.

COHEN, L.; ZIEMANN, U.; & CHEN, R. **Mechanisms, functional relevance and modulation of plasticity in the human central nervous system.** *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl.* n. 51, 1999, p.174-182.

CONDRAV, R.; VAN KAMMEN, D.P.; STEINHAEUER, S.R.; KASPAREK, A. & YAO, J.K. **Language comprehension in schizophrenia: trait or state indicator?** *Biol. Psychiatry.* n. 38, 1995, p. 287-296.

CONTRERAS-VIDAL, J. L. & KERICK, S. E. **Independent component analysis of dynamic brain responses during visuomotor adaptation.** *Neuroimage.* n. 21(3), 2004, p. 936-945.

CREWS, D. J. & LANDERS, D. M. **Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf putt.** *Medicine and Science in Sports and Exercise.* n. 25, 1993, p. 116-126.

CUNHA, M.; BASTOS V. H. V.; VEIGA H.; CAGY, M.; PIEDADE, R.; RIBEIRO, P. **Alterações na distribuição de potência cortical em função da consolidação da memória no aprendizado de datilografia.** *Arq. Neuropsiquiatr.* 2004; In Press

EARLE, J.B. **Task difficulty and EEG alpha asymmetry: an amplitude and frequency analysis.** *Neuropsychobiology.* n. 20, 1988, p.96–112.

ELGER, C. et al. **Pattern of intracortical potential distribution during focal interictal epileptiform discharges (FIED) and its relation to spinal field potentials in the rat.** *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* n. 51, v. 4, 1981, p.

393-402.

FATTAPOSTA, F. et al. **Long-term practice effects on a new skilled motor learning: an electrophysiological study.** *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. N. 99, 1996, p. 495-507.

FITTS, P. M. & POSNER, M. I. **Human performance.** Belmont: CA: Brooks/Cole, (1967).

FRISTON, K. et al. **Motor practice and neurophysiological adaptation in the cerebellum: a positron tomography study.** *Proc R Soc Lon B Biol Sci*. n. 248, 1992, p. 223-228.

GANDOLFO, F et al. **Cortical correlates of learning in monkeys adapting to a new dynamical environment.** *Proc Natl Acad Sci*. n. 29, 2000, p. 2259-2263.

GEVINS, A. et al. **Electroencephalographic imaging of higher brain function.** *Phil.Trans. R. Soc. Land. B*. n. 354, 1999, p. 1125-1134.

GEVINS, A.; Mc EVOY, L. & SMITH, M. **Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition.** *Cognitive brain research*. n. 7, 1999, p. 389-404.

HATFIELD, B. D. & HILLMAN, C. H. **The psychophysiology of sport: A mechanistic understanding of the psychology of superior performance.** Ed: SINGER, R. N.; HAUSENBLAUS, H. A. & JANELLE, C. M. *The handbook of research on sport psychology*. 2. ed. New York:: John Wiley, 2001.

HATFIELD, B.D.; LANDERS, D.M. & RAY, W.J. **Cognitive processes during self-paced motor performance: an electroencephalographic profile of skilled marksmen.** *J. Sport Psychol*. n. 6, 1984, p.42–59.

_____. **Cardiovascular-CNS interactions during a self-paced, intentional attentive state: Elite marksmanship performance.** *Psychophysiology*. n. 24, 1987, p.542-549.

HAUFLER, A. J.; SPALDING, T. A.; SANTA MARIA, D. L. & HATFIELD, B. D. **Neuro-cognitive activity during a self-paced visuospatial task: Comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters.** *Biological Psychology*. n. 53, 2000, p. 131-160.

HILLMAN, C. H.; APPARIES, R. J.; JANELLE, C. M. & HATFIELD, B. D. **An electrocortical comparison of executed and rejected shots in skilled marksmen.** *Biological Psychology*. n. 52, 2000, p. 71–83.

HILLMAN, C. H.; WEISS, E. P.; HAGBERG, J. M. & HATFIELD, B. D. **The relationship of age and cardiovascular fitness to cognitive and motor processes.** *Psychophysiology*. n. 39(3), 2002, p. 303-12.

HOUK, J. **Outline of a theory of motor learning.** In J. Requin & G. E. Stelmach. *Tutorials in motor neuroscience*. NATO Advanced Science Institute Series (ASI). Dordrecht. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991.

JANZEN, T.; GRAAP, K.; STEPHANSON, S.; MARSHALL W.; & FITZSIMMONS G. **Differences in baseline EEG measures for ADD and normally achieving preadolescent males.** *Biofeedback Self-Regul.* n. 20, 1995, p. 65–82.

JANELLE, C. M., HILLMAN, C. H., APPARIES, R. A., MURRAY, N. P., MEILI, L., FALLON, E. A., & HATFIELD, B. D. **Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting.** *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2000, p. 167-182.

JASPER, H. **The ten-twenty electrode system of the international federation.** *EEG and Clinical Neurophysiology.* n. 10, 1958, p. 371-375.

JENKINS, I. et al. **Motor sequence learning: a study with positron emission tomography.** *J. Neurosci.* n. 14, 1994, p. 3775-3790.

JENKINS, I.; PASSINGHAM, R. & BROOKS, D. **The effect of movement frequency on cerebral activation: a positron emission tomography.** *J. Neurol Sci.* n. 151, 1997, p. 195-205.

JONES, E.; GIGER-MATEEVA, V.; REITS, D.; RIELMSLAG, F.; LIBEROV, B. & SPEKRIJSE, H. **Visual event-related potentials in cirrhotic patients without overt encephalopathy: the effects of flumazenil.** *Metabolism Brain Dis.* n. 16 (1-2), 2001, p. 43-53.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, S. & JESSEL, T. **Principles of Neuroscience.** 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

KARNI, A et al. **Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning.** *Science.* n. 377, p. 155-158, 1995.

KAWAMURA, N.; MAEDA, H.; NAKAMURA, J.; MORITA, K. & NAKAZAA, Y. **Effects of caffeine on event-related potentials: comparison of oddball with single-tone paradigms.** *Psychiatry Clin. Neurosciense.* n. 50, 1996, p. 217-221.

KERICK, S. E.; MCDOWELL, K.; HUNG, T. M.; SANTA MARIA, D. L.; SPALDING, T. W. & HATFIELD, B. D. **The role of the left temporal region under the cognitive motor demands of shooting in skilled marksmen.** *Biological Psychology.* n. 58, 2001, p. 263–277.

KERICK, S. E. **Neurocognitive adaptations associated with marksmanship training.** Department of Kinesiology, University of Maryland, USA, Dissertation, 2001.

KERICK, S. E.; DOUGLASS, L. W. & HATFIELD, B. D. **Cerebral cortical adaptations associated with visuomotor practice.** *Med Sci Sports Exerc.* n. 36(1), 2004, p. 118-129.

KLIMESCH, W. **A connectivity model for semantic processing.** *Psychological Research.* n. 49, 1987, p. 53-61.

_____. **Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization.** *International Journal of Psychophysiology* n. 24, 1996, p. 61-100.

_____. **EEG-alpha rhythms and memory processes.** International Journal of Psychophysiology. n. 26, 1997, p. 319-340.

_____. **EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis.** Brain Research Reviews. n. 29, 1999, p. 169-195.

KLIMESCH, W.; DOPPELMAYR, M.; RUSSEGER, H.; PACHINGER, T. & SCHWAIGER, J. **Induced alpha band power changes in the human EEG and attention.** Neuroscience Letters. n. 244, 1998, p. 73-76.

KLIMESCH, W., SCHIMKE, H., DOPPELMAYR, M., RIPPER, B., SCHWAIGER, J., & PFURTSCHELLER, G. **Event-related desynchronization (ERD) and the Dm effect: Does alpha desynchronization during encoding predict later recall performance?** International Journal of Psychophysiology. n. 24, 1996, p. 47-60.

KLIMESCH, W., VOGT, F., & DOPPELMAYR, M. **Interindividual differences in alpha and theta power reflect memory performance.** Intelligence. n. 27, 2000, p. 347-362.

KONTTINEN, N., LYYTINEN, H., **Brain slow waves preceding time-locked visuo-motor performance.** J. Sports Sci. n. 11, 1993, p. 257–266.

KONTTINEN, N., LYYTINEN, H., & ERA, P. **Brain slow potentials and postural sway behavior during sharpshooting performance.** Journal of Motor Behavior. n. 31, 1999, p. 11-20.

LANDERS, D. M.; HAN, M.; SALAZAR, W.; PETRUZZELLO, S. J.; KUBITZ, K. A. & GANNON, T. L. **Effects of learning on electroencephalographic and electrocardiographic patterns in novice archers.** International Journal of Sport Psychology. n. 25, 1994, p. 313-330.

LAWTON, G. W.; HUNG, T. M.; SAARELA, P. & HATFIELD, B. D. **Electroencephalographic and mental states associated with elite performance.** Journal of Sport and Exercise Psychology. n. 20, 1998, p. 35-53.

LAZZARO, I.; GORDON, E.; WHITMONT, S.; PLAHN, M.; LI, W.; CLARKE, S.; DOSEN A. & MEARES, R. **Quantified EEG activity in adolescent attention deficit hyperactivity disorder.** Clin Electroencephalogr. n. 29, 1998, p. 37–42.

LEE, T. D.; SWINNEN, S. P. & SERRIEN, D. J. **Cognitive effort and motor learning.** Quest. n. 46, 1994, p. 328-344.

LEE, H. et al., **Comparing effects of methylphenidate, sertraline and placebo on neuropsychiatric sequelae in patients with traumatic brain injury** Hum Psychopharmacol, 20 (2): 97-104, 2005.

LOO, S.; TEALE P. & REITE, M. **EEG correlates of methylphenidate response among children with ADHD: a preliminary report.** Biol Psychiatry. n. 45, 1999, p. 1657–1660.

MARSHALL-GOODSELL, B.; TASSINARY, L. & CACIOPPO, J. **Principles of bioelectrical measurement. In Principles of Psychophysiology: Physical, Social, and Inferential Elements.** ed. CACIOPPO, J. T. & TASSINARY, L. G. Cambridge University Press, 1995, p. 113-148.

MCCARTY, M et al. **How infants use vision for grasping objects.** Child Development. n. 72, v. 4, 2001, p. 973-987.

MCGONIGLE, D. et al. **Whose arm is it anyway? An fMRI case study of supernumerary phantom limb.** Brain. n. 125, v. 6, 2002, p. 1265-1274.

NAPOLITANO, E., et al. **Pharmacological stimulant treatment of neurocognitive and functional deficits after traumatic and non traumatic brain injury.** Med Sci Monit, 11 (6): 239-56, 2005.

NETO, A. C. **A pílula da inteligência: conheça mitos e verdades.** Jornal Vida Integral, São Paulo, julho 2002. Disponível em <<http://www.vidaintegral.com.br/comport/castroneto>>. Acesso em 18 mai 2004 20:30:15.

NIEDERMEYER, E. & SILVA, F. **Electroencephalography: basic principles, clinical applications and related fields.** 4. ed. Baltimore-Munich: Urban e Schwarzenberg, 1999.

NUNEZ, P. **Neocortical dynamics and human EEG rhythms.** New York: Oxford University Press, 1995.

MYSLOBODSKY, M. et al. **Adequacy of the International 10-20 electrode system for computed neurophysiology topographic.** J. Clin Neurophysiology. n. 7, 1990, p. 507-518,

PFURTSCHELLER, G. & KLIMESCH, W. **Topographical display and interpretation of event-related desynchronization during a visual-verbal task.** Brain Topography. n. 3, 1990, p. 85-93.

_____. **Event-related desynchronization during motor behavior and visual information processing.** Event-Related Brain Research, EEG Suppl. n. 42, 1991, p. 58-65.

_____. **Functional topography during a visuoverbal judgement task studied with event-related desynchronization mapping.** Journal of Clinical Neurophysiology. n. 9, 1992, p.120-131.

PFURTSCHELLER, G. **Event-related synchronization (ERS):** An electrophysiological correlate of cortical areas at rest. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. n. 83, 1992, p. 62-69.

PFURTSCHELLER, G., STANCAK, A., JR., & NEUPER, C. **Event-related synchronization (ERS) in the alpha band - an electrophysiological correlate of cortical idling: A review.** International Journal of Psychophysiology. n. 24, 1996, p. 39-46.

PFURTSCHELLER, G., NEUPER, CH., ANDREW, C., & EDLINGER, G. **Foot and hand area mu rhythms**. International Journal of Psychophysiology. n. 26, 1997, p. 121-135.

PFURTSCHELLER, G. & LOPES DA SILVA, F. **Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: Basic principles**. Clinical Neurophysiology. n. 110, 1999, p. 1842-1857.

PLENGER, PM, et al., **Subacute methylphenidate treatment for moderate to moderately severe traumatic brain injury: a preliminary double-blind placebo-controlled study**. Archs Phys Med Rehabil, 77 (77): 536-40, 1996.

POLICH, J. **P300 clinical utility and control of variability**. Journal of Clinical Neurophysiology. n. 15, 1998, p. 14-33.

_____. **P300 in clinical applications**. Em: NIEDERMEYER E. & LOPES DA SILVA, F. Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields. 4. ed. Baltimore-Munich: Urban & Schwarzenberg, 1999, p. 1073-1091.

POLICH, J. & HERBST, K. **P300 as a clinical assay: Rationale, evaluation, and findings**. International Journal of Psychophysiology. n. 38, 2000, p. 3-19.

RAICHLE, M. et al. **Practice-related changes in human brain functional anatomy during nonmotor learning**. Cereb Cortex. n. 4, 1994, p. 8-26.

RAY, W. J. & COLE, H. W. **EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes**. Science. n. 228, 1985, p.750–752.

REEVES, R., STRUVE, F. & PATRICK, G. **The effects of caffeine withdrawal on cognitive P300 auditory and visual evoked potentials**. Clin. Electroencephalogr. n. 30 (1), 1999, p. 24-27.

REILLY, E. **EEG Recording and operation of the apparatus**. Em: NIEDERMEYER, E. & LOPES DA SILVA, F. Electroencephalography: basic principles, clinical applications and related fields. 4. ed. Baltimore: Lippincott Williams e Wilkins, 1999.

RIBEIRO, P. & JEKA, J. **Multiple integration into the control system: modulatory cognitive strategies**. Rio de Janeiro: Shape, 2001.

ROLAND, P. et al. **Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man**. J. Neurophysiology. n. 43, 1980, p. 118-136.

SAKAI, K. et al. **Emergence of rhythm during motor learning**. Trends in cognitive Sciences n. 8, 2004, p. 547-553.

SALMONI, A. W.; SCHMIDT, R. A. & WALTER, C. B. **Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal**. Psychological Bulletin. n. 95, 1984, p. 355-386.

SALAZAR, W.; LANDERS, D. M.; PETRUZZELLO, S. J.; HAN, M. Y.; CREWS, D. J. & KUBITZ, K. A. **Hemispheric asymmetry, cardiac response, and performance in**

elite archers. Research Quarterly for Exercise and Sport. n. 61, 1990, p. 351-359.

SATTERFIELD, J. & CANTWELL, D. **CNS function and response to methylphenidate in hyperactive children.** Psychopharmacol Bull. n. 10, 1974, p. 36-37.

SCHNEIDER, W. & SHIFFRIN, R. M. **Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention.** Psychological Review. n. 84, 1977, p.1-66.

SEIDL, R.; PERYL, A.; NICHAM R. & HAUSER, E. **A taurine and caffeine-containing drink stimulates cognitive performance and well-being.** Amino Acids. n. 19(3-4), 2000, p. 635-642.

SHAFFER, L. H. **Cognition and motor programming.** In G. E. Stelmach. **Tutorials in motor neuroscience.** NATA Advanced Science Institute Series (ASI). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991.

SCHNITZLER, A., SEITZ, R. J., & FREUND, H. J. **The somatosensory system.** Em TOGA, A. W. & MAZZIOTTA, J. C. Brain mapping: The systems. San Diego: Academic Press, 2000, p. 291-329.

STARKES, J. L., HELSEN, W., & JACK, R. **Expert performance in sport and dance.** Em SINGER, R. N.; HAUSENBLAUS, H. A. & JANELLE, C. M. The handbook of research on sport psychology. 2. ed. New York: John Wiley, 2001.

UCLES, P. & LORENTE, S. **Electrophysiologic measures of delayed maturation in attention-deficit hyperactivity disorder.** J Child Neurol. n. 11, 1996, p. 155-156.

VON HOFSTEN, C.; FAZEL-ZANDY, S. **Development of visually guided hand orientation in reaching.** J. Exp Child Psychology. n. 38, v. 2, p. 208-219, 1984.

WHYTE, J, et al. **Effects of methylphenidate on attention deficits after traumatic brain injury: a randomized, placebo-controlled trial.** Am J PhysMed Rehabil, 76 (6): 440-50, 1997.

_____. **Effects of methylphenidate on attention function after traumatic brain injury: a multidimensional, randomized, controlled trial.** Am J PhysMed Rehabil, 83 (6): 401-20, 2004.

WELCH, R. & WARREN, D. **Intersensory interactions.** Em: BOFF, K. R.; KAUFMAN, L. & THOMAS, J. P. Handbook of perception and human performance. v. 1. Sensory processes and perception. New York: Wiley, 1986.

WULF, G. & PRINZ, W. **Directing attention to movement effects enhances learning: a review.** Psychon Bull Rev. n. 8, v. 4, 2001, p. 648-660.

APÊNDICE A

CARTA DE AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Projeto: Aprendizagem motora do tiro prático de pistola associada ao EEG.

Declaração de Idade: Eu declaro que tenho mais que 18 anos e que participarei do projeto de pesquisa conduzido por **Emerson Garcia Cavaleiro**, sob orientação do Prof. Dr. Pedro Ribeiro, no setor de Mapeamento Cerebral e Integração Sensório-Motora – UCB.

Objetivo: Eu entendo que o objetivo deste projeto é observar possíveis alterações corticais decorrentes do treinamento do tiro prático de pistola.

Procedimentos: Os procedimentos deste projeto requerem uma visita ao setor de Mapeamento Cerebral e Integração Sensório-Motora (UCB), onde serei submetido a um treinamento de tiro, por meio de um simulador. Durante o procedimento experimental, estará sendo realizada a captação simultânea do sinal eletroencefalográfico (EEG). O experimento terá duração estimada de 3 horas.

Riscos: Eu entendo que não corro risco algum decorrente da participação neste projeto.

Confidencialidade: Eu entendo que todas as informações coletadas no estudo são confidenciais e que meu nome não será divulgado em momento algum. Entendo ainda que toda e qualquer informação será utilizada somente para fins acadêmicos.

Benefícios: Eu entendo que o desenvolvimento deste projeto e minha participação não me trarão qualquer benefício pessoal.

Liberdade para interromper a participação: Eu entendo que a qualquer momento posso pedir para interromper minha participação na realização do presente estudo e que, se assim eu desejar, a responsável pelo estudo irá fornecer os resultados da minha participação em uma oportunidade futura.

Identificação do responsável pelo estudo:

Emerson Garcia Cavaleiro: Mestrando UCB

Prof. Dr. Alair Pedro Ribeiro de Souza e Silva: Orientador

Setor de Mapeamento Cerebral e Integração Sensório-Motora da Universidade Castelo Branco (UCB). Av. Salvador Allende, 6.700 – Recreio - Rio de Janeiro – RJ, 22.780-160.

Fone: (21) 2498-3838

Nome do Participante

Data de Nascimento

Assinatura do Participante

Data

APÊNDICE B

INVENTÁRIO DE EDINBURGH

Nome: _____

Data: _____ Resultado: _____ (_____).

PERGUNTAS	ESQUERDA	DIREITA
PRIMEIRA PARTE		
Que mão você usa:		
1 - Para lançar?		
2 - Para escrever?		
3 - Para desenhar?		
4 - Para jogar tênis ou pingue-pongue?		
5 - Para usar a tesoura?		
6 - Para usar o barbeador ou passar batom?		
7 - Para se pentear?		
8 - Para escovar os dentes?		
9 - Para usar uma faca sem ser para comer (cortar um barbante, apontar um lápis)?		
10 - Para comer com uma colher?		
11 - Para martelar?		
12 - Para usar a chave de fenda?		
SEGUNDA PARTE		
13 - Com que mão você segura uma faca para comer, ao mesmo tempo que o garfo?		
14 - Se você tiver duas malas, com que mão segura a mais pesada?		
15 - Ao varrer, qual a mão que fica por cima, no cabo da vassoura?		
16 - E no cabo do ancinho?		
17 - Que mão você usa para desenroscar a tampa de um frasco?		
18 - Com que mão você segura o fósforo para acendê-lo?		
19 - Com que mão você distribui as cartas do baralho?		
20 - Com que mão você segura a linha para enfiar no buraco da agulha?		
TOTAL		

Realizado por: _____ (Examinador).

Adaptado de Oldfield (1971)

APÊNCICE C

1. METODOLOGIA

Esta seção tem o objetivo de apresentar os procedimentos realizados para a consecução dos objetivos da presente pesquisa, detalhando as etapas necessárias para se chegar aos participantes, obter os dados de interesse e analisá-los, abordando não só a fase de exploração laboratorial, mas também a seleção do espaço, a escolha dos indivíduos, o estabelecimento dos critérios de amostragem e a elaboração de estratégias para o trabalho de campo, como também a definição de instrumentos e procedimentos para análise dos dados. Portanto, para uma melhor organização do estudo, o referencial metodológico foi dividido em cinco seções secundárias: a amostra, o procedimento experimental, aquisição dos dados, análise de dados e cálculo das variáveis dependentes, e análise estatística.

1.1 A AMOSTRA

A amostra da pesquisa compreendeu 20 sujeitos, com faixa etária de 18 a 20 anos (inclusive), destros e com o olho diretor direito. Os sujeitos foram escolhidos dentre os soldados do efetivo variável da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército Brasileiro (EsAO) Rio de Janeiro - RJ. Os sujeitos eram hígidos (todos realizaram exame médico em março de 2005), sem comprometimento algum da saúde física e mental, e como critério de inclusão não poderiam ter recebido nenhuma instrução prática a respeito do tiro prático de pistola, possuir déficit cognitivo, estar fazendo uso de substâncias psicotrópicas e/ou psicoativas, ou possuírem histórico de uso de metilfenidato ou TDAH. Neste sentido, foi aplicado um questionário para identificar e excluir os sujeitos que pudessem criar qualquer tipo

de artefato nos resultados dos testes. Também foi aplicado o inventário de Edinburgh (OLDFIELD, 1971) para verificar a predominância dos participantes (destroXsinistro), onde os indivíduos que apresentaram predominância da mão esquerda (sinistro) foram eliminados do experimento. Os sujeitos assinaram uma declaração (termo de consentimento) na qual foi descrita, em detalhes, a condição experimental. O experimento foi submetido a aprovação pela Comissão de Ética da Universidade Castelo Branco – RJ.

1.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Todas as sessões de teste foram conduzidas entre 14 e 18 horas, em uma sala com isolamento de som no *Stand* de Tiro em escala *indoor*, adaptado para o tiro prático de pistola, localizado no Instituto de Psiquiatria da Universidade do Brasil na cidade do Rio de Janeiro. Ao chegarem ao laboratório, os sujeitos foram acomodados em uma poltrona, a fim de minimizar artefatos musculares, e a sua frente foi colocada uma mesa de tiro para suporte das mãos e do armamento. Foram colocados 19 eletrôdos de acordo com o do sistema internacional de colocação de eletrôdos (sistema 10/20 de Jasper para a aquisição de sinais EEGq). Cada um dos participantes foi testado separadamente, em uma sessão constituída de três momentos: Linha de Base, Aprendizagem Motora e Controle da Aprendizagem.

No primeiro momento, chamado Linha Base (LB), o sujeito estava sentado relaxadamente em uma cadeira, colocada imediatamente atrás da linha de tiro, com as mãos naturalmente descansadas sobre o colo, sendo realizados 2 exames de EEGq chamados: LB1 e LB2. No primeiro exame (LB1) foi realizado um EEGq durante 12 minutos, seis minutos de olhos fechados e seis minutos de olhos abertos, tendo por finalidade verificar se haviam diferenças significativas entre as medidas

eletrofisiológicas dos sujeitos em condição de linha de base, ou seja, sem efeito de estímulos ou drogas. Após LB1, os indivíduos ingeriram uma cápsula que poderia conter 10 mg de placebo (amido), ou 10mg de metilfenidato. As cápsulas foram randomizadas de forma que não se soubesse em que grupo o indivíduo estava classificado, tal informação somente foi revelada após a tabulação dos resultados, quando não mais puderam influenciá-los. Este desenho duplo-cego foi utilizado visando minimizar a possibilidade de artefatos e garantir a validade interna e externa dos resultados.

Os grupos formados a partir das características comuns às cápsulas ministradas foram denominados de GC (grupo controle que consumiu placebo) e de GM (grupo consumiu metilfenidato). Após aguardarem sentados por uma hora, tempo necessário para que a droga fosse completamente assimilada pelo organismo, foi realizado um segundo exame (LB2) nas mesmas condições de LB1 (seis minutos de olhos fechados e seis minutos de olhos abertos), tendo por finalidade verificar se haviam diferenças significativas entre as medidas eletrofisiológicas dos sujeitos em função da utilização do metilfenidato. Após LB2 os sujeitos aguardaram por 2 minutos e executaram os blocos de aprendizagem motora conforme descrito abaixo.

No segundo momento chamado de Aprendizagem Motora (AM) o sujeito estava sentado com os olhos abertos, empunhando uma pistola Taurus .380, e realizando um exercício completo, constituído de 4 blocos tiro (B1, B2, B3 e B4) com 10 trilhas cada, divididos e 2 partes de 5 tiros com um intervalo entre elas de 2 minutos, a fim de minimizar a possibilidade de fadiga e para que os sujeitos pudessem ser orientados pelo técnico de tiro (pesquisador). O EEGq foi gravado continuamente durante todo o período de aprendizagem motora. Durante a tarefa, as luzes ficaram acesas, e o Box de Tiro foi isolado de forma que o sujeito não

sofresse a interferência de outros estímulos visuais além da percepção do estímulo visual (armamento e alvo).

Durante a tarefa os participantes utilizaram óculos padrão de tiro, cuja lente esquerda foi coberta por uma fita adesiva para minimizar a visão dupla durante a pontaria, permitindo que o sujeito permanecesse com os dois olhos abertos durante o tiro. Tal procedimento teve por finalidade impedir a fadiga facial, prevenindo artefatos. A posição de tiro caracterizou-se pelo sujeito sentado em uma cadeira de frente para o alvo com os pés paralelamente dispostos e ligeiramente separados (largura dos ombros), com ambas as mãos empunhando o armamento à frente do atirador (arma empunhada pela mão direita e sustentada pela mão esquerda), apoiadas na mesa de tiro. Os braços deviam estar estendidos em direção ao alvo, com retração das escápulas (ver a Figura 1).



Figura 1 – Posição de tiro.

O gatilho deveria ser pressionado pela articulação interfalângiana distal por meio da flexão da articulação interfalângiana proximal do segundo quirodáctilo direito (segundo dedo da mão direita) (ver a Figura 2).



Figura 2 – Empunhadura do armamento e tração do gatilho.

Todas as contagens resultantes do tiro foram registradas pelo sistema *Sam Trainer* (Knestel Elektronik, Alemanha), que consiste em um dispositivo eletrônico de aquisição de resultados de tiro, baseado no *interface* de um sinal infra-vermelho emitido por um dispositivo ótico, adaptado abaixo da armação da pistola, e refletidos por 4 sensores infravermelhos dispostos simetricamente em um alvo localizado 5 metros a frente do atirador (ver a Figura 3).

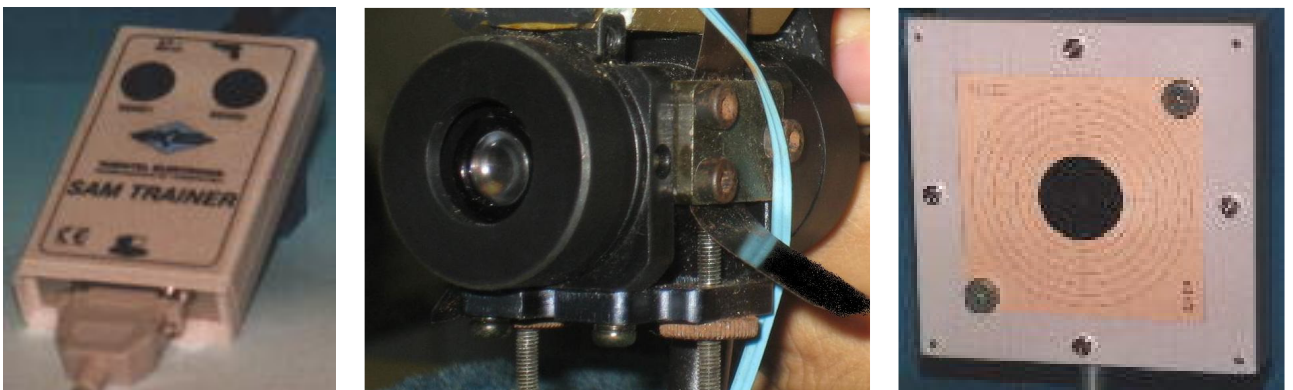


Figura 3 – Da esquerda para direita estão figurados o dispositivo de aquisição de sinais, o dispositivo ótico de emissão de raios infravermelhos e o alvo eletrônico.

Durante a execução do tiro, o sujeito deveria realizar um disparo sobre o alvo, mantendo alinhados a alça de mira da pistola, a massa de mira da pistola e o centro do alvo coincidentes (Linha de Mira – Linha de Visada) (ver a Figura 4).

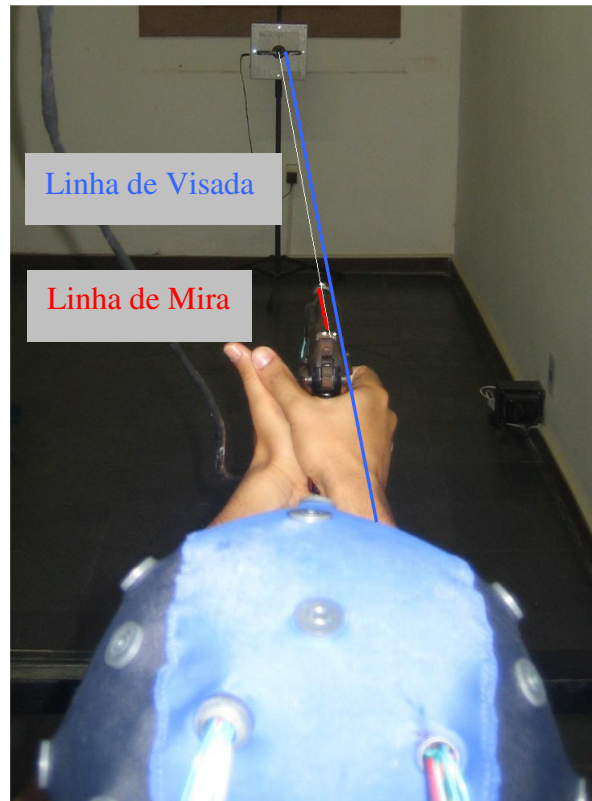


Figura 4 – Linha de Mira – Linha de Visada.

Os impactos foram processados pelo programa de processamento de sinais *Sam Trainer*, que emite um relatório fornecendo o valor dos impactos, desvio horizontal, desvio vertical, momento do disparo, trajetória e concentração da pontaria durante os 6 segundos anteriores ao disparo. Baseado neste relatório foi possível determinar a precisão do tiro e a dispersão dos impactos, permitindo a mensuração e tabulação do desempenho dos sujeitos no tiro prático (ver as Figuras 5, 6 e 7).



Figura 5 – Interface do programa do programa *San Trainer* apresentando o resultado e a dispersão dos impactos, bem como o centro dos mesmos caracterizado pela cruz em vermelho.



Figura 6 – Interface do programa *San Trainer* apresentando a trajetória da pontaria. A Linha laranja representa a posição do sensor durante os 5,5 segundos anteriores ao acionamento do gatilho; a linha vermelha representa a posição do sensor durante o acionamento do gatilho; e a linha verde a trajetória do sensor após o disparo da arma.

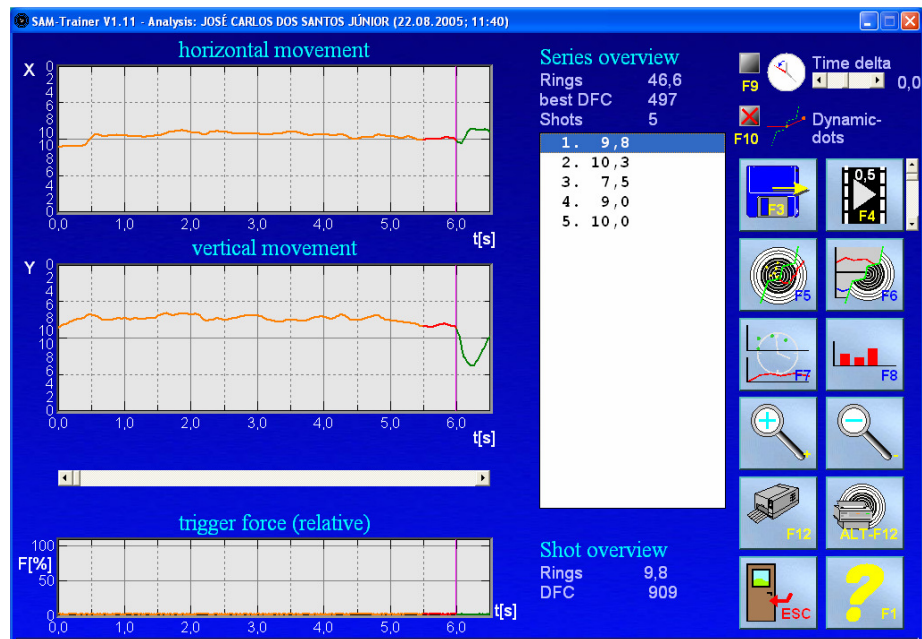


Figura 7 – Interface do programa *San Trainer* decompondo a pontaria nos planos vertical e horizontal, o que permite a correção da pontaria entre os blocos de tiro.

Foram considerados aptos os resultados que obtiveram menção entre 0,1 e 10, correspondentes à área do alvo eletrônico (10 cm de diâmetro), tendo em vista que esta medida corresponde ao centro da área de maior menção (A) do alvo clássico de tiro prático (ver a Figura 8). Impactos com valor igual ou menor a 6 foram considerados de baixa precisão, entre 6,1 e 9 moderados, e acima de 9,1 muito bons.

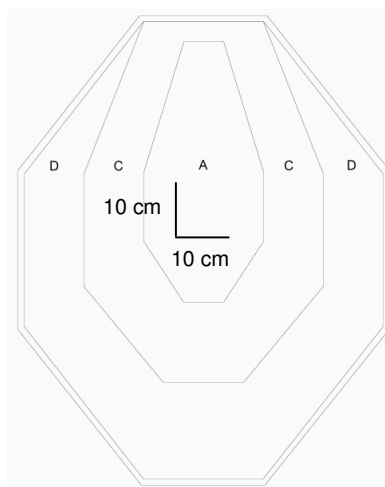


Figura 8 – Alvo clássico do tiro prático de pistola. No centro está representado em escala as medidas do alvo eletrônico do dispositivo *Sam Trainer*.

No momento do disparo, um sensor eletrônico adaptado no cano do armamento (ver a Figura 9) emitia um pulso elétrico que marcava em tempo real o canal de anotações do aparelho *Braintech 3000* (Emsa - Instrumentos Médicos, Brasil). Desta forma foi possível monitorar o traçado do EEGq durante os 3 segundos anteriores ao disparo.

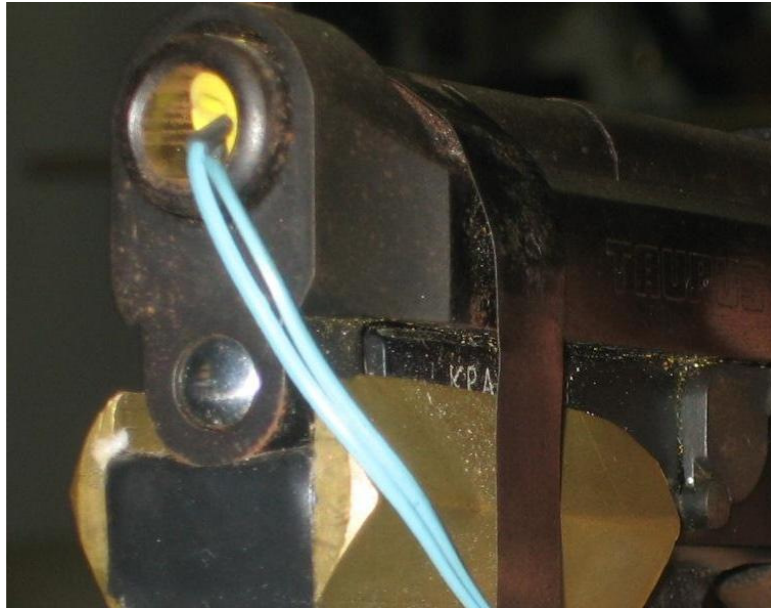


Figura 9 – Microfone colocado no interior do cano do armamento, que tinha seu sinal transformado em pulso elétrico para marcação do canal de anotações do *Braintech 3000*.

Os sujeitos foram informados sobre todo o procedimento, sendo orientados para manter a atenção constante no alvo e avisados também da necessidade de não se movimentarem bruscamente, nem falar, para minimizar possíveis artefatos no sinal do EEG.

Foi mensurado o tempo de execução dos procedimentos durante a realização da tarefa, e computado o valor das menções dos impactos em cada bloco de aprendizagem motora. Sendo assim, a possível melhora na execução do gesto motor e a diminuição do número de erros puderam ser estimadas. Os sujeitos executaram a técnica de tiro por 20 minutos, sendo respeitados intervalos de 2 minutos entre os blocos, a fim de evitar-se a fadiga ao longo do teste.

O terceiro momento, chamado de Controle do Aprendizado (CA) foi realizado

dois minutos após o último bloco de aprendizagem motora, nas mesmas condições de LB1 (seis minutos de olhos fechados e seis minutos com os olhos abertos), a fim de verificar se existiam diferenças significativas entre as medidas eletrofisiológicas dos sujeitos intragrupos e intergrupos.

1.3 AQUISIÇÃO DOS DADOS

A aquisição do sinal eletroencefalográfico realizou-se por meio do aparelho *Braintech3000* (EMSA - Instrumentos Médicos, Brasil) de 20 canais EEG. O sistema emprega uma placa conversora analógico-digital (A/D) com resolução de 12 *bits*. O EEG é filtrado analógicamente entre 0,01 Hz (passa-altas) e 100 Hz (passa-baixas), sendo amostrado a uma taxa de 240 Hz. Foi utilizado o *software* de aquisição ERP *Aquisition* (na linguagem *Delphi 5.0*[®]) desenvolvido no Setor de Neuroimagem Funcional do Instituto de Psiquiatria (IPUB). Sua configuração utiliza filtragem digital Notch de 60 Hz e ainda filtros passa-altas em 0,3 Hz e passa-baixas em 25 Hz (*Butterworth* de ordem 2).

Foram dispostos 19 eletrôdos monopolares na superfície do escalpo nas áreas central, frontal, temporal, parietal e occipital, conforme o protocolo do sistema 10/20 (JASPER, 1958). Outros dois eletrôdos foram posicionados nos lóbulos auriculares com a função de referência (biauricular). Este sistema (10/20) corresponde a um modelo de colocação de eletrôdos padronizado internacionalmente que emprega sinais anatômicos para demarcar o local e a distância entre os eletrôdos. As medidas são realizadas por meio de percentuais de distâncias com base em três pontos: o násion, o ínion e as orelhas (pontos auriculares). Inicialmente, é mensurada a distância entre o násion e o ínion utilizando uma fita métrica (medida ântero-posterior). O primeiro eletrôdo (FPz ou

Terra) é posicionado com 10% dessa distância (nasion/ínion), partindo do nasion. Seguindo esta linha central, os demais eletrôdos são colocados afastados entre si por 20% da medida inicial. Desta forma, é medida a distância entre os pontos auriculares (medida longitudinal). A partir do ponto auricular A1 (esquerdo), em 10 % da medida longitudinal total, é posicionado mais um eletrôdo, seguido de outros quatro com afastamento de 20% entre si. Finalmente, estabelece-se as medidas laterais de ambos os hemisférios empregando o mesmo conceito. A partir de tais padronizações, foram utilizadas toucas de captação de diversos tamanhos para pudessem ajustar-se, especificamente, em cada participante, seguindo à proporção anatomica individual (ver as Figuras 1 e 4). Cabe ressaltar ainda, que o sinal adquirido em determinado eletrôdo é resultante da diferença entre o potencial elétrico do mesmo e a referência preestabelecida (orelhas).

Por ocasião do início da pesquisa, foram verificados os níveis de impedância de cada eletrôdo para a certificação de que estariam entre 5 e 10 kOhms ($k\Omega$). Constantemente, o sinal EEG apresenta amplitude pico a pico menor que 100 μ V. Em função disto, deve-se amplificá-lo com ganho elevado variando de 20.000 a 50.000 vezes, sendo aproximadamente 22.000 vezes no *Braintech 3000*. Apesar da banda de freqüência de interesse no EEG clínico situar-se entre 0,01 e 50 Hz, o aparelho utilizado faz uma filtragem analógica até 32 Hz. A atividade elétrica ocular foi estimada com a colocação de dois eletrôdos de 9 mm de diâmetro montados de forma bipolar. Os eletrôdos foram posicionados, respectivamente, acima e abaixo da órbita do olho direito para registrar movimentos oculares verticais e no canto externo do mesmo para registrar movimentos oculares horizontais. Artefatos visuais foram inspecionados com um programa de visualização dos dados usando o Matlab 5.3 (Mathworks, Ltd., USA).

1.4 ANÁLISE DE DADOS E CÁLCULO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES

Na pesquisa, foram estudadas as variáveis eletrofisiológicas, por meio da eletroencefalografia quantitativa (EEGq). Após a coleta dos dados e respectivo arquivamento, foram computadas análises para a retirada das variáveis dependentes. Após a inspeção visual para retirada de prováveis artefatos, os sinais eletroencefalográficos foram processados por meio do *software* Matlab 5.3 (Mathworks, Ltd., USA), que retirou as variáveis relevantes ao experimento, ou seja, depurou, das séries temporais, as medidas de distribuição de potência no escalpo, particularmente, potência na banda alfa em F3, F4, F7, F8 e Fz.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)